creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

공학석사학위논문

국내 건설업 추락사고 예방기법 개선방안에 관한 연구 -미국 법령 및 사업을 중심으로-

A Study on the Improvement measures of Construction Industry Fall Accident Protection Techniques in South Korea -Focus on U.S Laws and Programs-

울산대학교 대학원
건축학과
마그마르수렌 바트바가나

국내 건설업 추락사고 예방기법 개선방안에 관한 연구 -미국 법령 및 사업을 중심으로-

지도교수 손기영

이 논문을 공학석사학위 논문으로 제출함

2022 년 08 월

울산대학교 대학원
건축학과
먀그마르수렌 바트바가나

바트바가나의 공학석사학위 논문을 인준함

심사위원장 김기한 (인)

심사위원 손기영 (인)

심사위원 임명관 (인)

울산대학교 대학원

2022년 08월

국문 요약

본 연구에서는 추락사고관련 미국의 제도를 분석하고 추락사고 예방을 위해 시행하는 정책 및 사업을 분석한 후 국내의 관계법령 및 정책의 개선 방향을 제시하기 위한 연구를 수행하였다.

이를 위하여 최근 10년간 (2009-2018) 국내외 추락사고 예방을 위한 관련 문헌을 수집 및 분석하였다. 하지만 대부분의 선행연구나 사례는 원인에 대한 직접적이고 1차원적인 해결책만 제시하고 있었다. 국내·외 문헌을 살펴보면, 추락사고는 복합적인 원인과 1차적인 시설·장비의 불안전한 상태 및 현장 부주의로 일어나는 경우가 많다. 그러나 세부적으로 분석해 보면 피로 및 업무부담, 정신건강 악화 등 복합적인 원인이 근로자의 안전인식이 부족과 과도한 업무로 인해 작용하고 있다는 점을 알 수 있다. 이를 통해 추락사고를 줄이기 위해서는 어느 한 부분을 중심으로 해결책을 마련하기보다 다양한 방면으로 연구가 이루어져야 하며, 현장 상황을 고려한 교육·훈련과 캠페인 활동을 통한 안전문화 정착이 필요한 실정이다. 이를 해결하기 위해서는 지원방안 확대를 통한 근로자의 근본적인 안전인식이 제고 되어야할 것이며 제도적 해결책역시 뒷받침 되어야 한다. 나아가 정부 및 학계에서는 4차 산업의 발달과 더불어 스마트 안전 관리 기법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 미래 건설산업에 스마트 안전 기술(UAV 및 이미지 인식 기술)과 애플리케이션 개발(VR, AR)이 접목된다면 추락사고 예방관리에 있어 효율을 높이고 사망사고 감소의 효과를 가져 올 것으로 기대된다.

또한, 산업안전보건공단의 2010년부터 2018년까지 산업재해 발생현황 및 분석자료와 산업재해 통계를 이용하여 전체 건설업 사고 대비 추락사고 현황 및 기인물별 추락사고 유형에 따른 현황과 주요 사고원인을 분석하였다. 분석결과, 건설업 재해율과 사망만인율은 지속적으로 증가하고 있는 것으로 나타났다. 2017년 기준 추락사고로인한 재해자는 건설업 전체 재해자의 33.6%, 사망자는 47.7%를 차지하고 있는 실정이다. 기인

물별로 추락사고 현황을 살펴본 결과, 가장 높은 추락사고 발생률을 기인물은 사다리로 전체 26.9%로 나타났으며 다음으로 비계(17.7%), 작업발판(13.2%), 건축물·구조물 및 표면(상세정보 부족)(11.9%), 지붕·대들보(4.8%), 단부(3%), 개구부(2.5%) 순이었다. 특히, 추락사고 5대 주요 기인물인 개구부, 작업발판, 비계, 사다리, 지붕에서 가장 높은 추락사고 원인은 작업자의 부주의로 나타났으며 다음으로 설치미숙과, 미끄러짐에 의해 추락사고가 발생한 것으로 나타났다.

다음으로 미국 안전관리체계 및 제도를 살펴보고 법령을 분석하였다. 법령은 기인물별 특성에 맞게 세부항목을 구성하고 국내에 적용할 수 있는 항목들을 도출하였다. 그 결과, 추락높이에 대한 기준, 안전난간 상부난간대 높이기준, 수평안전대 부착설비에 대한 연구 및 지침이 필요한 것으로 나타났다.

또한, 본 연구에서는 추락사고 예방을 위해 미국의 수행하고 있는 정책 및 사업을 조사하여 비교 분석하였다. 선행연구분석에서 결과 도출된 예방기법 사례들 중에서 시행 중인 정책과 사업관련 추락사고 예방기법 사례들을 크게 ① 제도개선 및 관리감독 강화, ② 현장예방기법, ③ 홍보 및 캠페인 활동, 4) 교육 및 훈련으로 구분하여 조사 분석하였다.

결론적으로 본 연구에서는 크게 3 가지 추락사고 예방기법(① 능동형 추락방지 시스템, ② 추락사망사고지도, ③외국인 근로자 지원 안전전문인력 확충)을 국내적용(안)을 제시하였다.

현재 정부에서는 각종 추락사고관련 안전정책과 활동을 펼치고 있음에도 불구하고 2009년 추락사고 사망만인율(0.91‰)과 2017년 추락사고 사망만인율(0.91‰)은 거의 비슷한 것으로 나타나므로 이에 대한 대책이 시급한 실정이다. 그러므로 본 연구에서 조사 및 분석한 주요 선진국의 추락사고 예방기법 사례를 토대로 국내 실정에 맞는 관련 법령 및 정책의 개선을 통해 국내 건설업의 추락사고를 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다.

목차

국문요약 ····· i
목차 ····· iii
표 목차 ····· v
그림 목차 ····· vi

I. 서론 ····· 1
1.1 연구의 목적 및 필요성 ····· 1
1.2 국내 건설업 추락사고 경향 ····· 3
1.3 연구의 범위 및 방법 ····· 8
II. 이론적 고찰 ····· 9
2.1 국내 추락사고 예방에 관한 선행연구 ····· 10
2.2 국외 추락사고 예방에 관한 선행연구 ····· 11
2.2 국내· 외 문헌비교 ····· 12
III. 해외 선진국 추락사고 예방기법 사례 및 분석 ····· 13
3.1 영국 ····· 13
3.1.1 영국의 안전시스템 및 장비 ····· 13
3.2 독일 ····· 17
3.2.1 독일의 건설공사 안전관리 체계 ····· 17
3.2.2 독일의 안전 시스템 및 장비 ····· 18
3.3 일본 ····· 20
3.3.1 건설의 노동안전 매니지먼트 시스템 ····· 20
3.3.2 전국적 캠페인 ····· 20
3.4 해외 선진국 추락사고 예방기법 사례분석 ····· 24
IV. 미국 추락사고 예방기법 사례 ····· 28
4.1 미국 추락사고 현황 ····· 28
4.2 법령 및 기준 개정 ····· 31
4.3 관리감독강화 ····· 33
4.4 현장 안전관리 지원 ····· 37
4.5 교육훈련 ····· 41
4.6 국가 추락사고 예방 캠페인 ····· 45
4.7 사례분석 ····· 48
V. 추락 사고 예방기법 개선방안 ····· 49
5.1 추락사고 높이 기준 정의 ····· 49
5.2 능동형 추락 방지 시스템 도입 ····· 51

5.3 추락 사고 사망 지도 도입 ····· 52
5.4 외국인 근로자 지원 안전전문인력 확충 ····· 53
VI. 결론 ····· 54

참고문헌 ····· 56

Abstract ····· 59

<표 목차>

표 4.1 추락예방 관련 개정고시 ····· 31
표 4.2 추락예방 관련 주요 지침 ····· 32
표 4.3 관리 감독 강화 프로그램 주요 내용 ····· 36
표 4.4 현장 안전관리 지원 사례의 주요 내용 ····· 40
표 4.5 교육 훈련 사례의 주요 내용 ····· 44
표 4.6 높이별 추락 속도와 충격력과의 관계 ····· 50
표 4.7 전세계 능동형 추락 방호 시스템 표준 ····· 51

<그림 목차>

그림 1.1 전체 산업 재해율과 건설업 재해율 추이(2001-2017)·····3
그림 1.2 전체 산업 사망만인율과 건설업 사망만인율 추이(2001-2017) ·4
그림 1.3 건설업 재해자수와 천인율 추이 (2009-2018)·····5
그림 1.4 건설업 재해자수와 추락 재해자수 추이(2009-2017 ·····6
그림 1.5 건설업 기인물별 추락 사고 발생율 (2010-2018)·····7
그림 1.6 연구방법 ·····8
그림 3.1 Purlin Trolley 시스템 개요 ·····13
그림 3.2 이동통로 ·····14
그림 3.3 Air-mats와 Soft-filled mats ·····14
그림 3.4 추락 방지를 위한 비계시스템의 개선·····15
그림 3.5 독일 산업안전보건 이원화 시스템·····17
그림 3.6 활동 제한 시스템 ·····18
그림 3.7 추락 정지 시스템 적용·····18
그림 3.8 가설재 (시스템비계, 말비계) 홍보·제안·····21
그림 4.1 미국 건설 중 사망사고 추이 (2003-2018)·····28
그림 4.2 미국 건설 추락 사망사고수 및 사망만인율 (2007-2017)·····29
그림 4.3 기인물에 따른 추락 사망자수의 분포 (2011-2018)·····30
그림 4.4 재해예방 비디오 YouTUBE 채널·····41
그림 4.5 Fatality map·····42
그림 4.6 NIOSH 사다리 안전앱 ·····43
그림 4.7 National safety STAND-DOWN ·····46
그림 4.8 National safety STAND-DOWN 5day plan·····47

I. 서론

1.1 연구의 목적 및 필요성

산업재해가 점진적으로 감소하는 추세임에도 불구하고 산재사고로 사망하는 사망자 수는 연간 천여 명('16년 969명, '17년 964명)에 이르고 있고 그에 따른 경제적 손실은 약 21조원에 달하고 있다. 특히 <표 1-1>에서 보는 바와 같이 건설업 사망자수는 감소추세에 있으나 2015년 이후 부터는 증가하는 추세에 있다. 그중 추락사고로 인한 사망사고는 건설업 사망자수의 약 40~50% 정도를 차지하고 있는 실정이다.

이에 정부 안전보건정책은 중대재해 감소에 집중되어 2017년 고용노동부 및 관계부처가 합동으로 재해예방을 위한 대책을 발표하였고, 안전에 대한 근본적인 변화를 이끌어내기 위한 보완과 실천대책이 제기되고 있다. 또한, 산업현장의 안전보건 혁신을 위해 종합 계획인 제4차(2015-2019) 산재예방 5개년 계획을 수립하여 추진하고 있다.

하지만, 전체 산업재해 사고사망자의 절반 이상(51.5%)을 차지하는 국내 건설재해는 건설업의 특성상 외부환경에 직접 노출되고 상시 가변적인 공정 및 인력투입의 다양성, 취약계층의 증가, 건설기계 장비의 위험성 등 복합적인 요소들로 인하여 재해발생 가능성이 더욱 높아지고 있다. 특히, 안전보건공단 재해통계 분석 자료에 따르면 건설재해 감소를 위한 정부의 다양한 정책과 사전안전성 심사, 확인점검 등을 통한 산업안전보건공단의 기술지도, 그리고 재해감소를 위한 건설현장의 자구책에도 불구하고, <표 1-2>과 같이, 떨어짐으로 인한 재해자 및 사망자가 다른 발생형태에 비해서 압도적으로 많이 발생하고 있는 실정이다.

추락사고는 가시설의 불안전한 상태, 영구 구조물의 인간공학적 배려를 하지 않는 구조와 근로자들의 안전의식 부족에 따른 불안전 행동으로 어느 곳에서도 발생될 수 있는 대단히 위험성이 높은 재해유형이다. 따라서 국가에서는 추락사고를 일순간의 방심으로 빚어지는 재래반복형 재해라 하여 제도적·법적조치 위주로 사망사고 예방 노력을 유도하고 있다. 즉, 산업안전보건법에서 큰 관리 기준을 정하고 세부 준칙들을 고용노동부령으로 지정하여 기업과 근로자가 모두 지키도록 강제하고 있다는 것

이다. 하지만, 여전히 높은 비율을 차지하고 있는 추락사고를 효과적으로 줄이기 위해 선진국의 추락사고 예방을 위한 법령 및 정책을 연대별로 조사 및 분석하여 국내 실정에 맞게 적용하는 접근 방법이 필요한 실정이다.

최근 고용노동부는 겨울철 화재·폭발·질식 등 대형사고 위험이 높은 전국 753개 건설현장에 대해 2018년 11월 19일-12월 7일까지 집중단속을 실시하여 결과 <표 1-3>와 같이, 690개 현장에서 '산업안전보건법' 위반사실을 적발해, 추락 위험 장소에 안전난간을 설치하지 않는 등 사고 위험을 방치한 346개 현장의 안전관리책임자와 법인을 형사입건하였다.

1.2 국내 건설업 추락사고 경향

국내 전체 산업 재해율은 2003년 이후 지속적으로 감소하고 있는 추세에 있다. 2003년 0.90에서 2017년 0.48로 46.7% 감소하였다. 건설업 재해율는 2008년 이후 증가추세에 있다. 같은 기간 건설업 재해율은 2003년 0.87로 전체 산업 재해율과 유사하였으나 2005년부터 2009년까지 5년간은 전체 산업의 재해율보다 낮았으나 2010년 이후 증가추세를 보이며 2017년 0.84로 2003년 대비 3.4% 감소한 것으로 나타났다. 이는 2017년 전체 산업의 재해율 0.48보다 1.75배 높은 것으로 나타났다.

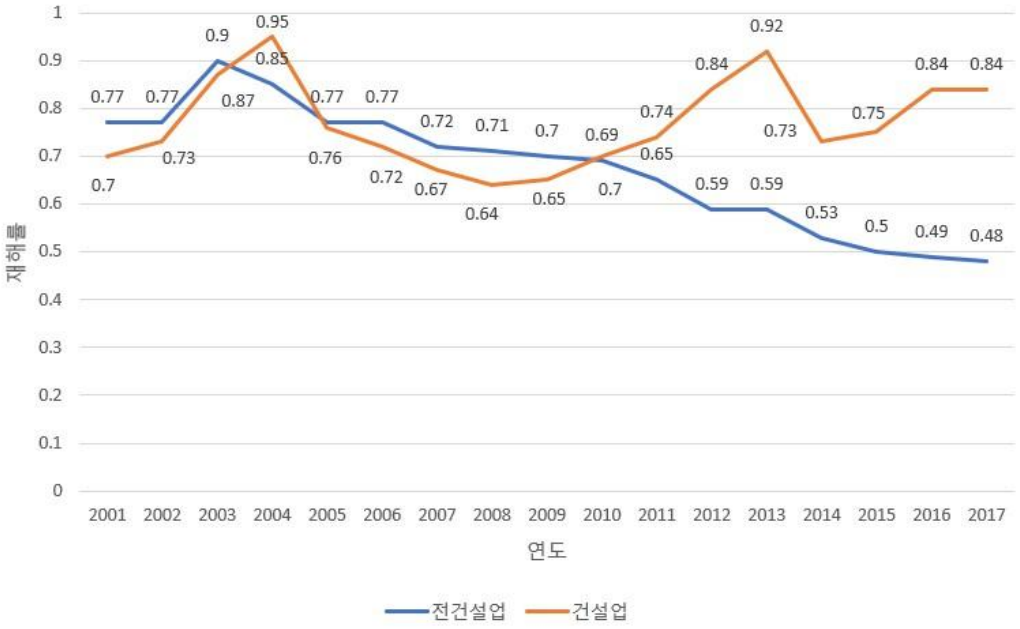


그림 1.1 전체 산업 재해율과 건설업 재해율 추이 (2001-2017)

전체 산업과 건설업의 사망만인율 추이를비교해 보면 2001년-2017년까지 전 기간 건설업 사망만인율이 전체 산업의 사망만인율 보다 높았다. 2001년 전체 산업 사망만인율은 2.60‰으로 지속적으로 감소하여 2017년 1.05‰로 59.6% 감소한 것으로 나타났다. 건설업도 같은 기간 사망만인율이 감소하여 2001년 2.79‰에서 2017년 1.90‰으로 31.9% 감소한 것으로 나타났다. 그러나 건설업 사망만인율은 2015년 이후 증가추세를 보이고 있다. 이는 2017년 기준 전체 산업의 사망만인율보다 건설업의 사망만인율은 1.81배 높은 것으로 나타났다.

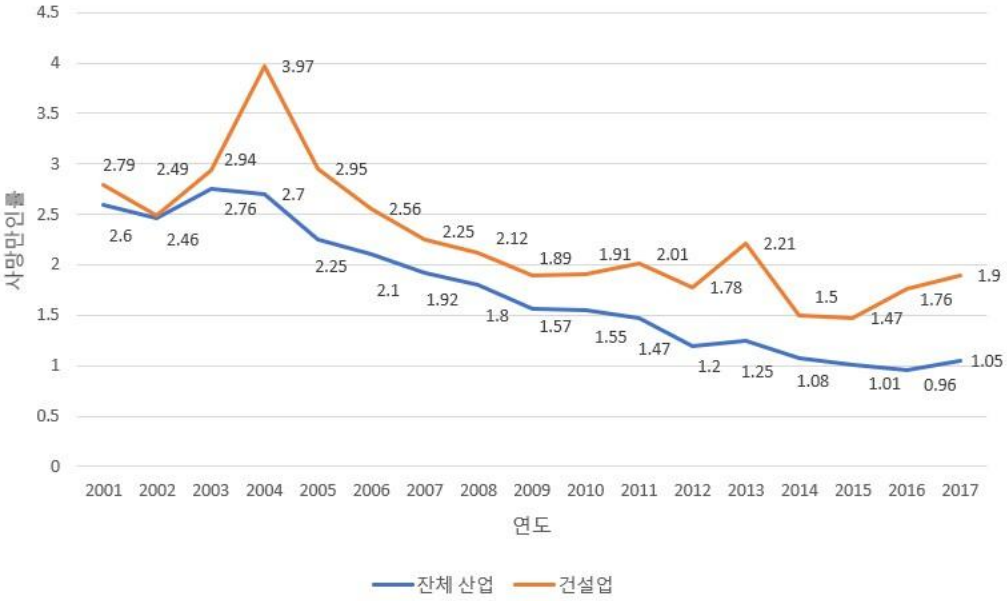


그림 1.2 전체 산업 사망만인율과 건설업 사망만인율 추이(2001-2017)

2009년부터 2018년까지 10년간 건설업 근로자수와 재해자수 추이를 살펴보면 건설업 근로자는 2009년 3.21백만명에서 2013년 2.57백만명으로 감소하다 2015년 3.36백만명으로 증가한 후 이후 지속적으로 감소하여 2018년 2.94백만명으로 2009년 대비 8.4% 감소한 것으로 나타났다. 반면 재해자수는 2009년 지속적으로 증가추세를 보이는데 2009년 20,998명에서 2018년 27,686명으로 31.9% 증가한 것으로 나타났다. 추락사고 재해자수도 같은 기간 지속적으로 증가하여 6742명에서 8,608명으로 27.7% 증가하고 있는 것 알 수 있다. 특히, 재해율이 증가하던 2011년부터 2013년까지는 재해자수가 큰 차이가 없음에도 불구하고 근로자 수가 크게 감소해서 재해율이 높아진 것임을 알 수 있다.

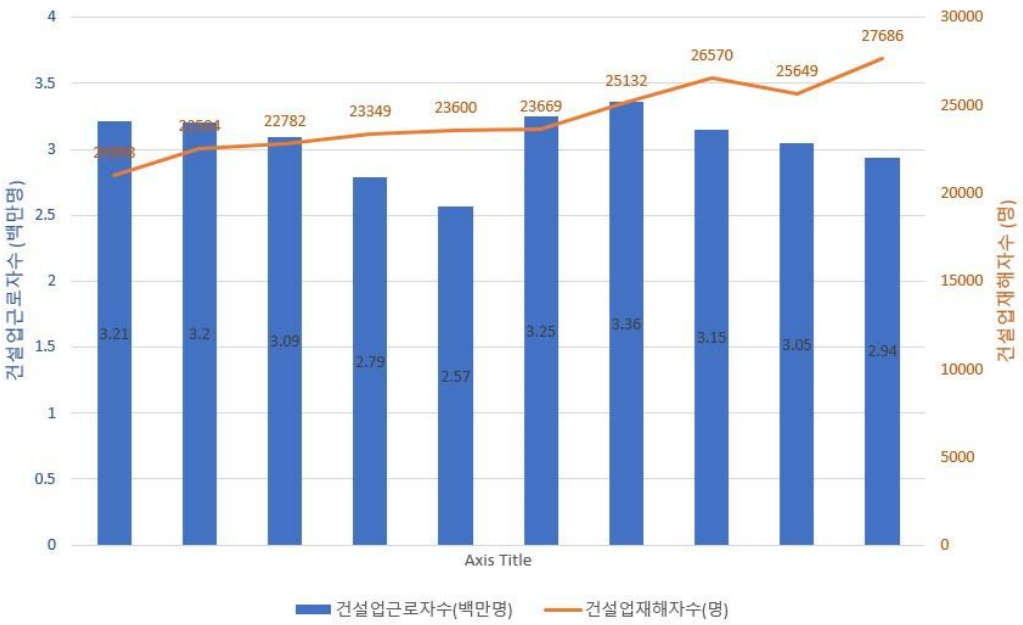


그림 1.3 건설업 재해수와 천인율 추이 (2009-2008)

건설업 총 재해자수 대비 추락으로 인한 재해자수는 추이를 살펴보면 2009년 건설업 총 재해자 수 20,998명 중 6,742명이 추락으로 인한 재해자로 32.1%였으나 2017년 건설업 총사망자 수 25,649명 중 8,608명이 추락으로 인한 재해자로 33.8%로 지난 10년간 추락으로 재해자가 지속적으로 증가했음에도 불구하고 건설업 총 재해자수의 32%-34% 수준을 차지하고 있다.

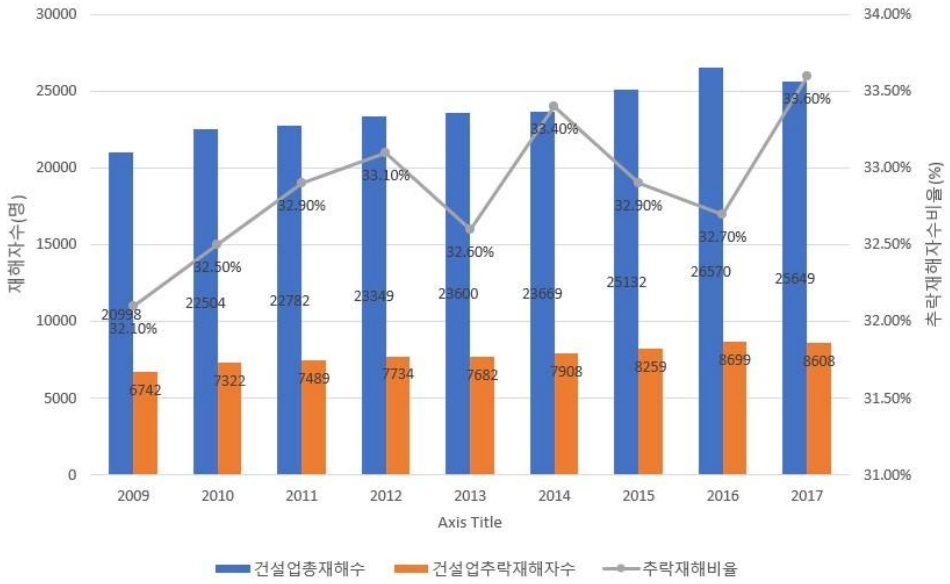


그림 1.4 건설업 재해수와 추락 재해자수 추이 (2009-2017)

산업안전보건공단의 2010년부터 2018년까지의 9년간 추락으로 발생한 건설업의 재해를 통계 분석하였다. <그림 2-8>은 기인물별 추락사고 발생률을 나타낸다. 전체 발생률의 1% 미만의 발생률은 그림에서 제거하였다.

9년간 추락으로 발생한 총 재해 건수는 3,986건이었다. 그림에서 보는 바와 같이, 사다리가 26.9%로 가장 많은 발생률은 나타내고, 비계(17.7%), 작업발판(13.2%), 건축물·구조물 및 표면(상세정보 부족)(11.9%), 지붕·대들보(4.8%), 단부(3%), 개구부(2.5%), 육상운반·특장차량(2.5%), 거푸집(2.1%), 철골빔·트러스(1.6%), 계단(1.4%), 기타 건물·구조물 등(1.2%), 인양설비·기계(1.1%), 탑·전주(1.1%)등의 순으로 나타났다. 앞장에서 언급한 바와 같이 발판관련 기인물(사다리, 비계, 작업발판)에서 전체 발생률의 57.8%의 추락사고가 발생하는 것으로 나타났다.

그림 1.5 건설업 기인물별 추락사고 발생율(2010-2018)

1.3 연구의 범위 및 방법

본 연구의 목적은 국내와 미국의 추락사고 예방기법을 비교분석하고 국내 추락사고 예방개선방안을 제안하는 것이다. 이에, 본 연구에서는 다음과 같은 순서로 연구를 진행한다.

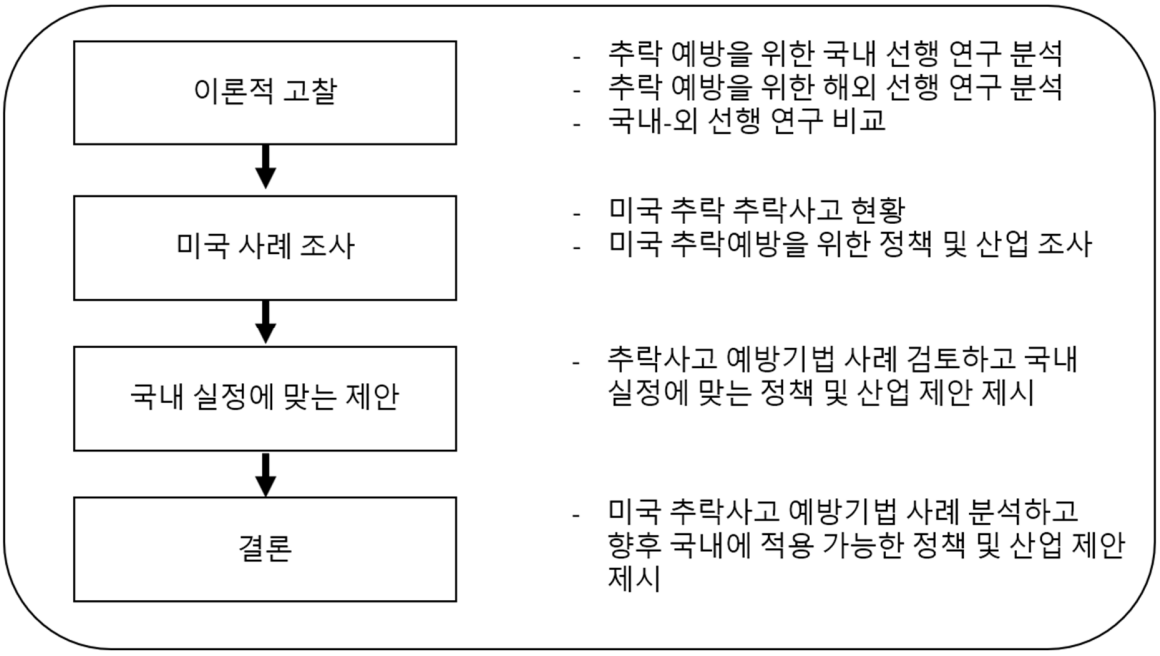


그림 1.6 연구 방법

첫째, 국내 · 외 추락사고 예방 관련 선행연구 및 문헌을 비교 분석하고 추락사고의 주요 발생원인을 조사한다.

둘째, 미국의 추락사고 발생 현황과 추락사고 예방기법, 정책 및 산업의 조사를 실시한다.

셋째, 미국 우수사례를 검토하고 국내 추락사고 예방기법 개선방안을 제안한다.

넷째, 분석 결과를 종합적으로 정리하고 향후 대한민국에 적용 가능한 정책 및 산업 제안을 제시한다.

II. 이론적 고찰

본장에서는 최근 10년간 국내 · 외 추락사고 예방을 위한 관련 문헌을 수집, 분석하고 이를 통해 기존 문헌에서 제시하고 있는 추락사고 예방기법 및 전략을 분석하였다. 선행연구는 산업안전보건공단에서 수행한 연구 보고서, 안전학회, 건설관리학회, 건축시공학회 등 유관학회의 논문들을 통해 국내 문헌을 고찰하였고 해외 안전관련 저널들을 대상으로 추락사고 예방과 관련된 연구들을 수집하여 해외 문헌분석을 수행하였다.

추락 재해의 정의.

추락의 사전적 의미는 높은 곳에서 떨어지는 것으로 추락재해는 추락으로 인하여 사람이 상해를 입는 것이라고 할 수 있다. 추락재해는 작업 시 실수에 의해 높은 곳에서 자유낙하 하는 것을 말하여 다른 형태의 사고와는 다르게 사전에 예상하지 못하는 재해유형이다. 따라서, 경고 되거나 숙달할 수 있는 아차사고(Near miss)는 거의 없으며 신체장애를 동반하는 중상해 이상 사망에 이르는 경우가 대부분이다. 특히, 노동집약산업인 건설업에서 차지하는 비율이 가장 높게 나타나고 있는 재해유형이다.

2.1 국내 추락사고 예방에 관한 선행연구

추락재해는 건설현장 어디에서나 발생할 수 있는 발생빈도와 재해강도가 높은 중대 재해이다. 특히, 추락재해는 근로자의 심각한 부상을 유발하고, 프로젝트의 막대한 손실을 야기시킨다. 이에 국내 건설현장의 추락재해 예방을 위한 연구는 다양하게 수행되었다.

홍성문 외 4인은 국내 건설현장에 이미지 프로세싱을 활용한 영상처리 시스템을 도입함으로써 잠재적 위험요인을 식별하여 이를 이미지로 기록한 후 위험신호를 관리자에게 전달한다면 인지적 과오에 의한 추락사고를 예방할 수 있다고 하였다. 또한, 이창호 외 3인은 스마트 모듈 및 모니터링 시스템을 통해 작업자의 위치 정보 및 위험 상황 등을 관리자에게 주기적으로 수신함으로써 신속한 응급 조치를 수행할 수 있으며, 건설현장 내 안전한 작업환경을 조성하여 추락사고 및 인명피해를 저감시킬 수 있다고 주장하였다.

특히, 김은정, 안홍섭은 영국(HSE)의 추락재해 영향연결망을 국내 실정에 맞게 적용하여 전문가 워크숍을 실시한 결과, 추락재해에 가장 직접적 영향을 미치는 요인을 상황인식 · 위험인지와 장비 · 시설로 분류하였으며, 이에 따른 추락재해를 예방하기 위한 10단계 위험저감방법을 제시하였다. 또한, 류한국은 건설현장에서 발생하는 추락재해에 대한 토픽을 분류한 후 각 토픽에 따른 재해요인을 분석하였다. 그 결과, 추락재해의 대부분은 소규모 작업장의 미흡한 현장관리와 안전교육 그리고 개인안전장비의 결함 및 착용 상태 미흡에 의해 발생하는 것으로 나타났으며, 이를 예방하기 위한 안전교육 정책이 필요함을 제시하였다.

2.2 국외 추락사고 예방에 관한 선행연구

추락사고는 국내뿐 아니라 해외 건설현장에서도 높은 부상발생빈도와 사망률을 기록하고 있다. 이에 따라 해외 선진국에서는 추락 발생 원인과 위험도를 분석하고, 그에 따른 다양한 예방대책을 제시하기 위한 연구가 지속적으로 이루어지고 있다.

Chia-Fen Chi et al은 추락 원인과 위치, 그리고 기업 규모 측면에서의 추락에 관한 분류를 용이하게 나타내기 위해 코딩시스템을 개발하였다. 이를 통해 9가지의 추락사고 원인에 대한 다양한 해결방안을 제시하였다. 또한, Masoud Gheisari et al는 UAS를 사용빈도 측면에서 추락방지 시스템으로 이용하였으며, 이를 통해 추락방지 위험이 있는 장소(개구부 및 모서리)의 감시에 대한 중요성을 제시하였다. 하지만 UAS를 건설현장에 도입하기 위해서는 법적인 문제와 기술적인 한계를 극복해야 한다고 하였다.

특히, Amotz Perlman et al는 건설현장에서 작업자들이 안전하게 고소작업을 수행하기 위해서는 안전 감독자의 역할이 중요함을 주장하였으며, 안전감독자들은 VR 및 AR을 통한 훈련과 경험을 바탕으로 위험요소를 인식하고 식별하는데 도움을 받을 수 있다고 하였다. 또한, Ming-Kuan Tsai는 건설현장의 상황을 이미지인식 기술을 활용하여 감시한다면, 현장 관리자가 현장 상황을 보다 쉽게 파악할 수 있다고 주장하였다. 영상으로 현장을 촬영하고 이미지인식 기술을 이용하여 현장의 리스크를 찾아낼 수 있으며, 이를 통해 건설업의 안전교육 및 훈련 활성화를 위한 기초자료와 추락사고 예방기법에 활용될 수 있음을 주장하였다.

2.3 국내 · 외 문헌비교

추락사고 예방에 관한 연구에서 국내 · 외 모두 스마트 기술을 도입하여 센서 및 AR, VR을 활용한 안전관리 방안 중심으로 연구가 이루어지고 있다. 하지만 데이터 손실 및 기술적 문제점으로 인해 추락사고 예방에 관한 획기적인 방안은 부족한 실정이다. 다만, 지속적인 지원과 연구개발에 따라 문제점을 보완할 수 있을 것으로 보이며, 건설현장에 UAS 및 이미지 인식 기술을 활용한다면 건설산업의 추락사고 사고 예방의 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

또한, 국내에서는 시설 및 장비의 불안전한 요소에 관한 연구가 중점적으로 이루어지고 있는 반면 해외에서는 추락재해 원인의 연관관계에 관한 연구가 중점적으로 이루어지고 있다. 따라서 국내에서도 추락사고의 복합적인 원인 분석에 관한 연구가 요구된다. 본 연구에서는 앞선 선행연구를 참고하여 우리나라와 미국의 추락사고 원인 및 예방기법을 비교 · 분석한 후 국내 실정에 맞는 추락사고 예방기법의 개선방안을 제시하고자 한다.

III.해외 선진국 추락사고 예방기법 사례 및 분석

3.1영국

영국은 The Health and Safety at Work Act 1974가 HSC에서 제정된 이후로 사망십만인율은 꾸준히 하락하는 것으로 나타났다. 또한, 1995년에는 건설업에 관련하여 세부규정을 개정하였으며 2005년도 추락재해 예방을 위한 Work at Height Regulations를 제정한 이후 지속적으로 감소되고 있으며 2014년도 이후 건설업의 추락사고는 평균 36명을 나타내고 있다. 2018/2019년에는 추락사고가 다른 유형보다 비중이 높으며 2014년부터 2019년도까지의 평균보다 4명이 더 추가된 것으로 나타난다. 영국은 기존의 포괄적인 안전보건 규제체계는 광범위한 지지를 받고 있는 것으로 평가되었으나 지속적인 개선에도 불구하고 여전히 양이 너무 많고 복잡하며 단편적으로 산재되어 있어 사업주의 법령준수를 어렵게 하고 있는 것으로 인식되어졌다. 따라서 2000년대 초반 기존의 안전보건관련 법령의 양이 방대하고 복잡하며 산재된 것으로 파악하고 현존하는 안전보건법령의 이익과 비용을 검토하여 관련 법령을 단순화, 명확화, 현대화하는 프로그램을 시행하였다. 또한, 모든 지침에 대해 법적 지위를 명확히 하고 그 적용범위와 내용도 보완하도록 하였다.

3.1.1 영국의 안전시스템 및 장비

3.1.1.1 Purlin Trolley 시스템

건설현장에서의 지붕작업은 추락사고서 많은 비중을 차지하고 있으며 작업자는 대부분의 작업에서 위험에 노출되어있다. 영국에서 활용하는 Purlin Trolly 시스템은 지붕에 패널을 설치시 추락을 방지할 목적으로 설치되며 자세한 내용은 2012년 HSE에서 발행한 Health and Safety in Rook Work에 설명되어 있다.

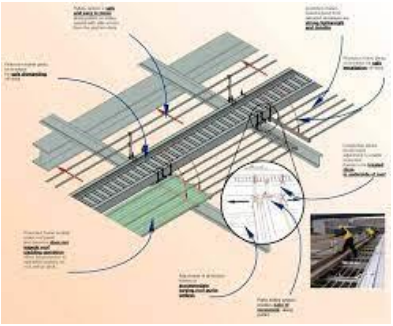


그림 3.1 Purlin Trolley 시스템 개요

그림 3.2과 같이 철골구조물의 지붕작업 시 이동통로 및 안전난간을 설치하여 추락을 예방하는 시스템을 말한다. 이중난간을 플랫폼 데크에 설치하고 레일이 깔린 이동통로로 자재 및 작업자들이 이동한다.

그림 3.2 이동통로

또한, 이중 안전난간과 함께 플랫폼 데크는 트롤리시스템 위에 설치되고 최대 4m 공간을 두고 지붕패널을 설치해 나간다. 마지막 가장자리에서는 Edge side of platform을 설치하여 마무리하는 프로세스로 구성된다.

3.1.1.2 Fall arrest mats 시스템

PC슬라브 설치와 같이 추락방호망을 설치하기 어려운 다양한 상황들이 건설현장에서는 많은 비중을 차지하고 있다. 일반적으로 안전대 부착설비가 가능하다면 사용하면 되지만 이와 함께 Fall arrest mats 시스템도 점차 많이 사용하고 있는 추세이다. 영국에서는 Building Research Establishment(BRE)와 National Engineering Laboratories(NEL)에서 승인받고 테스트를 끝낸 다양한 mats들이 활용되고 있다. 영국에는 air-mats와 soft-filled mats 두 가지 형태로 건설현장에 활용되고 있다.

그림 3.3 Air-mats 와 Soft-filled mats

Air-mats의 가장 큰 크기는 2.4X2.4X1.5이며 무게는 23kg로 정의하고 있으며 Soft filled mats의 표준규격은 2.55X0.55X0.55이며 폴리스틸렌으로 구성되어 있다.

3.1.1.3 비계에서의 추락방지

The Construction(Health, Safety & Welfare) Regulations 1996, Regulations 6 (Prevention of Falls)에서는 높이 2m 이상의 모든 작업에서는 그 작업위치로부터 추락을 방지하기 위한 적당한 수단을 강구해야 한다라고 정의되어 있다.

영국에서는 비계에 대한 추락방지규정을 The National Access and Scaffolding Confederation(NASC)에서 2000년에 발간한 Safety Guidance Note, SG4:00-The Use of Fall Arrest Equipment when Erecting, Altering and Dismantling Scaffold에서 지침을 제시하고 있다. 이후 이 지침이 개선되어 <그림 4-27>과 같은 시스템들이 현재 제시되고 있다.

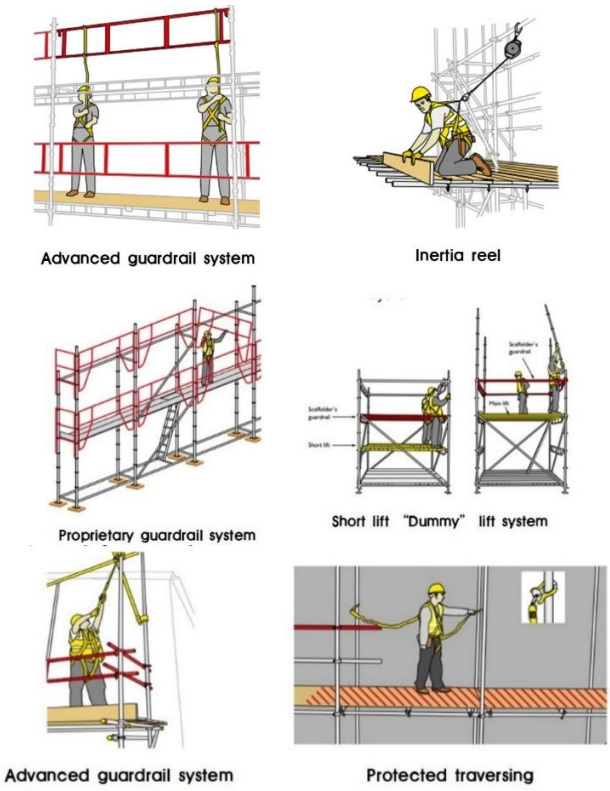


그림 3.4 추락방지를 위한 비계시스템의 개선

영국은 건설업의 추락사고를 방지하기 위하여 2005년도 Work at Height Regulations를 제정한 이후 지속적으로 감소되고 있는 것으로 나타나며 특히, CDM 규정을 시행하며 획기적인 감소를 나타냈다. CDM 규정의 핵심은 건설공사의 안전보건에 관련된 모든 관계자에게 책임을 부여하는 것인데 발주자에게도 건설공사 전 과정의 근로자 안전보건에 대한 책임을 부여하고 있다.

3.2 독일

독일은 정부차원과 민간차원에서 산업현장의 안전보건을 관리 감독하는 이원적 산업안전보건 시스템을 가지고 있다. 그림 3.5에서 보여지듯이 연방노동성(BMA)에서 산업안전보건 관련법령 제. 개정 및 정책을 수립하고, 16개 주정부 노동사회성 소속 근로감독관과 민간차원의 재해보험조합(BG) 소속 기술감독관이 사업장을 방문하여 안전보건에 관한 감독 및 지도를 실시하며, 규정 위반 또는 시정지시 불이행 시 작업 중지, 벌금 등 엄격한 규제를 실시한다.

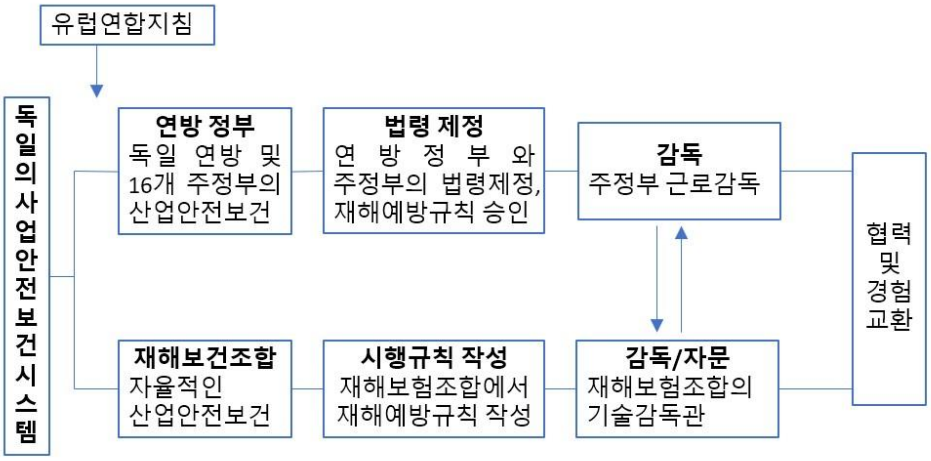


그림 3.5 독일 산업안전보건 이원화 시스템

3.2.1 독일의 건설공사 안전관리 체계

독일의 건설공사 안전관리 체계는 정부의근로감독관 재해보험조합의 기술감독관 외에 안전. 보건 조정자를 두고 발주자, 설계자 및 건설현장의 안전에 관한 자문 및 관리를 하도록 하고 있다. 독일에서는 안전보건 조정자를 SiGeKo라고 호칭하며 발주자는 공사 착수 전 안전보건 조정자를 고용하여야 한다. SiGeKo 협회에서 운영하는 자격제도를 통과한 자만이 안전보건 조정자의 자격을 얻을 수 있다. 안전보건 조정자(Safe Coordinator)의 역할은 다음과 같다.

- 공사안전계획(SiGe Plan) 작성
- 공사 시작 전 담당 근로감독 사무소 및 재해보험조합에 보고
- 2주 1회 현장 방문점검 및 안전교육을 실시하고 리포트를 작성

– 현장에서는 SiGeKo 지적사항에 대해 개선을 하고 이를 보고 해야함

– SiGeKo는 안전보건에 대한 조언을 하지만, 사고 발생 시 법적 책임 없음

3.2.2 독일의 안전시스템 및 장비

3.2.2.1 활동 제한 시스템(Travel Restrains Systems)

활동 제한 시스템(Travel Restrains Systems)은 그림 3.6에서 보이는 것과 같이, 활동 제한 시스템은 근로자의 활동영역이 추락이 발생할 수 있는 개구부나 단부에 도달하지 않도록 안전대와 안전대 부착설비를 이용하여 그 활동 반경을 제한함으로써 근로자의 추락사고를 예방하는 시스템이다.

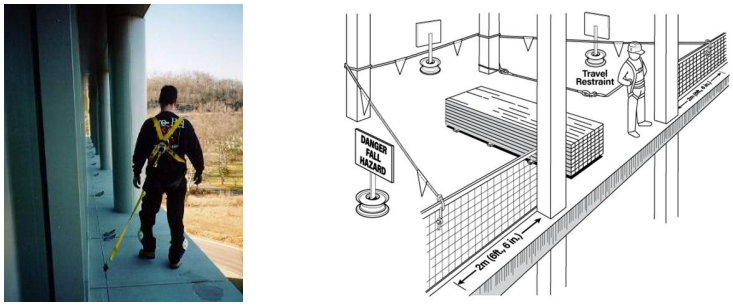


그림 3.6 활동 제한 시스템

주요 고려 사항으로는 적합한 안전대 부착설비 장비의 선택, 고정점의 위치 및 강도를 선택, 작업 구간 내 모든 추락 위험을 파악해야한다.

3.2.2.2 추락 정지 시스템(Fall Arrest Systems)

추락 정지 시스템(Fall Arrest Systems)는 그림 3.7에서 보이는 바와 같이, 추락 정지 시스템은 근로자 작업 시 최대한 움직임의 자유를 주지만, 일단 추락이 발생하면 안전대와 안전대 부착설비가 그 추락을 정지시켜 근로자를 구조할 수 있도록 하는 시스템이다.

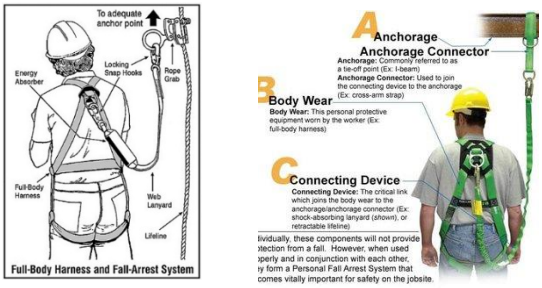


그림 3.7 추락 정지 시스템 적용

주요 고려 사항으로는 그네식 안전대의 착용, 추락에 의해 발생하는 충격 에너지 흡수 장비의 선택, 적합한 안전대 부착설비의 선택, 고정점의 위치 및 강도 선택, 적용 가능한 근로자 추락거리 등이 있다.

독일에서는 관에서 지정하는 6개 분야의 전문가(Proof Engineer)로부터 설계검토 및 적정 시공여부를 점검 받아야 하며 각 분야 전문가들의 승인 하에 작업이 진행된다. 가령, 가설구조물의 경우 구조 분야의 전문가가 설계 검토, 작업방법 및 적정 시공여부 점검을 실시하고 있으며, 사고발생 시 전문가는 자격을 박탈당하는 등 책임을 물고 있다. 반면, 준공 신고 시 이러한 전문가의 서명이 있으면 관에서 별도의 확인 절차 없이 바로 허가를 받을 수 있다. 전문가의 권위와 능력을 최대한 인정하고 신뢰하는 대신 문제 발생 시 엄중한 책임을 묻는 것이 독일 건설 현장의 가장 큰 특징이다.

3.3 일본

3.3.1 건설의 노동안전 매니지먼트 시스템

현장 안전위생관리에 있어서 가장 중요하고 우선시하는 법 조항은 노동안전위생법 제30조로 대내 외 점검 또는 감독 시 기준이 되고 있다. 1972. 6. 8. 제정된 일본 노동안전위생법은 산업안전과 보건에 관한 기준을 정한 법률이다. 노동안전위생법은 모든 근로자의 안전과 건강을 보장하고 쾌적한 작업 환경을 확보하기 위한 목적으로 제정되었다.

사업자가 근로자와 협력하여 안전위생관리 업무를 계획(P)－실시(D)－평가(C)－개선(A)의 정해진 프로세스에서 연속적, 자주적으로 수행하여 현장에서 재해의 잠재적 위험성을 감소시켜 근로자 건강증진과 쾌적한 환경을 형성하고 안전위생수준 향상에 이바지하기 위한 안전위생제도를 말한다.

한국 건설현장은 산업안전보건법 제29조(도급사업시의 안전조치)에서 요구하고 있는 협의체 회의 등이 형식적으로 이행되는 데 반하여, 일본 건설현장은 특히 노동안전위생법 제30조에서 요구하고 있는 원청－하청간 유기적 안전관리체계 구축과 실행에 큰 역점을 두고 안전관리를 이행하고 있는 점이 건설재해율을 지속적으로 감소시키는 큰 요인으로 작용하고 있다.

노동 안전 위생법 제30조
협의조직의 설치 및 운영 작업 간의 연락 및 조정 작업 장소의 군서 관계하청인이 하는 노동자의 안전 혹은 위생을 위한 교육에 대한 지도 및 원조 공정에 관한 계획 및 작업 장소의 기계, 설비 등의 배치의 관한 계획의 작성 관계하청인이 작성하는 계획서의 지도 운전에 대한 신호의 통일, 경보의 통일

3.3.2 전국적 캠페인

일본건설재해 방지 협회에서는 노동재해방지단체법을 근거로 1964년 9월 1일 건설업 노동재해방지협회(JCOSHA: Japan Construction Occupational Safety and Health Association)라는 명칭으로 설립되었다. 이 협회는 1개의 본부와 47개 도도부현에 지부를 두고 있다.

후생노동성과 건설업 노동재해방지협회(이하 건재방)은 지도 협력관계하며, 교육강사의 구성, 교재 작성 및 배포, 안전위생 지도, 홍보 등을 실시하고 있다.

그림 3.8 가설재(시스템비계, 말비계 등) 홍보·제안

가설재의 경우에는 생산업체 지도를 직접 수행하지는 않으며, 가설재 개발에 관한 제안 사업을 수행하고 있다. 현장지도 시에는 보호구 착용 등 기본적인 안전수칙을 교육 홍보하고 있다. 또한, 건설업 노동재해방지 5개년 계획을 수립 · 홍보한다. 정부가 책정한 노동재해방지 계획을 기본으로 1983년부터 5년마다 건설업 재해감소 목표와 계획을 수립하여 운영하고 있다.

제7차 건설업 노동재해방지 5개년 계획(2013년-2017년)의 노동재해방지계획 주요 내용은 다음과 같다.

위험성평가

매니지먼트 시스템 도입 및 주지

안전위생교육 주지

고위험 주요재해에 관한 중점대책 추진

추락. 전락, 건설기계, 사면붕괴, 석면장해방지, 열사병예방 등

과중 노동 방지대책 수립

대지진 등 자연재해방지 대책 추진

전국 건설업 재해방지대회 추진

안전위생 관련정보 공유

제1차부터 제7차 건설업 노동재해방지 5개년 계획까지의 주요 결과로는 대형 건설사의 사망재해감소이다. 반면 중 · 소규모 건설사의재해는 증가추세로 이에 2018년부터 정부보조금(약 80억원)을 투입하여 중 · 소규모 건설사의 사망재해 감소에 노력하고 있다. 추락사고예방을 위한 구체적인 계획 이행을 위해 추락사망재해 발생비율이 높은 8-9월에 추락&전락 재해예방 캠페인을 집중 실시(정부의 일사병 근절 캠페인 병행)하고 있다. 제8차 건설업 노동재해방지 5개년 계획(2018년-2022년)의 목표는 다음과 같다.

사망재해의 평균발생건수를 "제7차 계획" 기간의 평균발생건수에 대비 15%이상 감소

추락 · 전락 사망재해의 평균발생건수를 "제7차 계획" 기간의 평균발생건수 대비 15%이상 감소

휴업 4일 이상의 사상자 재해의 평균발생건수를 2017년 발생건수의 5%이상 감소

건설기술자(건축, 토목, 전기/통신 등)와 건설근로자 대상 법적 안전교육은 50가지 공종과 관련한 면허, 기능강습, 특별교육, 지명. 배치 등의 교육을 실시하고 있다. 주요 중점 대책은 다음과 같다.

위험성평가의 확실한 실시 추진

건설업 노동안전위생평가시스템(COHSMS) 도입 촉진

안전보건교육 강화

추락, 전락, 건설기계 재해예방 중점 추진 (난간선행공법, 비계선행공법 가이드라인의 보급정착, 방호장치 보급 정착 등)

근로자의 과로에 의한 건강장애 방지대책 충실

중소건설업체 · 전문건설업체의 자율안전보건관리 활동 추진

전국대회 등 집합형식의 안전위생 활동 적극 전개

건설안전보건 정보 공유화 촉진

건설업 노동재해방지 규정 준수

일본의 추락사고 관련 예방기법과 재해율은 다음과 같다.

재해는 감소시키며, 동시에 생산성은 향상시킴

안전보건활동의 시작과 함께 재해는 급격하게 감소하였음

장기적인 계획 하에 주요활동을 진행하여 재해율을 감소시킴

일본의 추락사고 관련 법령 개정 및 제도는

노동 안전 위생법에 의해 추락 관련 법규 규정

최근 개정된 비계관련 법규에서는 특별 교육의 추가 및 세부 규격 등 을 구체화하여 규정을 강화함

일본의 노동안전위생법과 공사계획서에 대한 고찰은 다음과 같다.

일본은 건설현장에서 각종 안전위생법 위반시 벌금 등 약소한 부과 기준이 있으나 기업의 사회적 책임이 중시되고 있는 관계로 기업 이미지의 저하를 우려하는 면이 크며, 통상적으로 동시 2명이상 사망하는 사고발생시 예외없이 1~2개월 가량의 영업정지를 받아 실질적으로 경제제재를 받는 점은 “안전은 곧 경영(기업이윤)과 직결된다”라는 풍토를 형성하는 결정적인 요인으로 작용하고 있다.

3.4 해외 선진국 추락사고 예방기법 사례분석

본 장에서는 선진국의 추락사고 예방기법 사례를 조사한 결과, 다음과 같은 해외 선진국의 추락사고 예방기법 사례들을 크게 1) 제도개선 및 관리감독 강화, 2) 현장 예방기법, 3) 홍보 및 캠페인 활동, 4) 교육 및 훈련 강화, 5) 연구개발지원으로 구분할 수 있었다.

1) 제도 개선 및 관리감독 강화

제도 개선 및 관리 감독과 관련된 추락사고 예방기법으로는 기존 제도를 개선하여 추락사고 예방 안전 규정을 강화하거나 규정 위반을 적발하기 위한 관리감독을 강화하는 사례들이 구성되어 있다.

영국은 건설업의 추락사고를 방지하기 위하여 2015년도 Work at Height Regulations를 제정한 이후 지속적으로 감소되고 있는 것으로 나타나며 특히, CDM(Construction Desgin and Management) 규정을 시행하며 획기적인 감소를 나타냈다. CDM 규정의 핵심은 건설공사의 안전보건에 관련된 모든 관계자에게 책임을 부여하는 것인데 발주자에게도 건설공사 전과정의 근로자 안전보건에 대한 책임을 부여하고 있다. 또한 Safer Targeted Inspection Initiatives를 시행하여 한 달 정도 기간으로 시행되며 HSE에서 파견된 안전점검자들은 진행 중인 건설현장에 예고 없이 불시점검을 실시하여 집중단속을 실시하고 있다.

일본은 노동안전위생법 제30조에서 노동안전매니지먼트시스템을 규정하여 특히 건설사업 원하청간 유기적인 안전관리체계를 구축하여 안전보건관리를 하도록 하고 공사계획서 제도를 도입하여 대상공사별로 1개원 전후에 후생노동성에 14일 전에 노동기준감독서에 공사계획서를 제출하도록 하고 있다. 또한, 비계의 추락 및 전락재해 방지에 대한 규정을 개정하여 특별교육을 추가하였고, 작업발판의 바닥에 관련된 추락방지조치에서 관계근로자 외 출입제한과 작업으로 인하여 임시로 추락방지시설 제거 시 작업 후 즉각적인 원상회복하도록 규정을 강화하였고 비계 조립 등의 작업에 관련된 추락방지조치 또한 개정하여 기존 5m 이상에서 2m로 확대 적용하고 작업발판 및 안전대 등 설치 요건을 강화하였다. 또한, 강관비계에 사용하는 강관에 대한 규정 및 발주자의 점검의무도 강화하였다.

2) 현장예방기법

해외 선진국에서는 추락사고 예방을 위한 현장예방기법으로는 현장에서 안전규정 및 기준을 준수하도록 지원하거나 추락사고 예방을 위한 기존 안전보호장치나 장비를 개선하여 사용하도록 하는 방향으로 추진되고 있다.

영국은 추락사고 예방을 위한 현장예방기법으로 다양한 추락예방시스템을 사용하도록 하고 있는데 Purlin Trolly 시스템의 경우, 철골구조물의 지붕에 패널 설치시 추락을 방지할 목적으로 설치하여 이동통로 및 안전난간을 설치하여 추락예방하는 시스템을 사용하도록 하고 있다. 또한, Fall arrest mat 시스템을 도입하여 추락방호망이나 부착설비를 설치하기 어려운 다양한 시공과정에서 Air-mats 나 soft-filled mats의 두가지 형태로 건설현장에서 사용하게 하고 있다. 또한, 비계에서 추락을 방지하기 위해서 비계 추락방지규정을 개정하여 개선된 가드레일 및 추락방지장비들을 사용하도록 하고 있다.

독일도 현장예방기법으로 새로운 예방기법인 능동형 추락방지시스템, 수형안전대 부착설비, 슬라브 거푸집 조립 시 추락사고 예방시스템을 사용하도록 하고 있다. 또한, 슬라브 단부 추락방호조치 개선, 수평안전대 부착설비 사용시 추락높이를 줄이기 위한 제안을 통해 현장에서 추락예방이 되도록 하고 있다. 특히 능동형 추락방지시스템은 안전대 및 안전대 부착설비를 활용하여 근로자의 활동 반경을 제한하는 활동 제한 시스템(Travel Restrains Systems)과 추락의 높이를 제한하여 근로자를 보호하는 추락 정지 시스템(Fall Arrest Systems)이 있다. 또한 새로운 추락위험평가시스템을 개발하여 주관적인 평가에 의존하던 기존 평가체계를 보다 객관적인 평가를 통하여 구체적으로 수치화해 상대적인 위험순위를 확인할 수 있도록 하였다. 수평안전대 부착설비의 경우 단순형과 복잡형으로 세분화하여 복합형의 경우 하나의 안전대 부착설비에 두 명 이상의 근로자가 추락하는 것을 고려하거나 다양한 형태의 안전대 부착설비의 안전성을 설계하는 것으로 컴퓨터 해석이나 실험을 통해 처짐의 계산을 계산하여 설계도록 하여 안전성을 확보하도록 하였다. 또한 수평안전대 부착설비 사용시 효과적으로 추락높이를 줄이기 위한 방법으로 충격흡수장치 제거, 안전대 길이 축소, 프리텐션 강화와 같은 조치를 제안하여 적용하도록 하고 있다.

일본은 현장예방기법으로 건설업 안전위생경영시스템 구축 지원사업과 난간대 선행공법, 유해위험평가사업, 전문건설업제 안전관리 활동 촉진사업, 저층주택 건축공사 안전대책 추진 모델사업 등을 활용하고 있다. 특히 난간대 선행공법의 경우 비계 조립 등을 할 때 작업용 발판의 바깥면에 난간대를 우선 설치한 후 본 작업을 시작하는 방식이다. 난간대 설치를 위해선 일반 강관 비계 대신 시스템 비계를 써야 하므로 시스템 비계 보급에도 효과가 있다. 2019년 10월부터 모든 공공공사 설계와 계약에서 재래식 강관(파이트) 비계 사용이 금지되고, 시스템 비계(일체형 작업발판) 사용이 의무화 됨에 따라 난간대 선행공법 적용으로 민간공사에서도 시스템 비계 사용을 유도 할 수 있다. 또한 공사안전협의시스템을 구축하여 원도급업체와 하도급업체의 담당자가 작업공정 및 안전지침을 클라우드를 이용한 정보공유를 통해 조율하고 있다.

3) 홍보 및 캠페인 활동

건설업 추락사고 예방을 위한 국가차원의 홍보 및 캠페인 활동도 적극적으로 수행하고 있다.

영국은 추락사고 원인조사 및 분석, 전략수립을 위해 설립된 APPG는 함께 건강하게 일하기–고소작업안전 (Work Well Together – Working well at Height Safety) 캠페인을 진행하고 있다.

일본은 건설업 노동재해방지협회가 주관하는 전국적 캠페인 뿐만 아니라 2002년도부터 현재까지 진행되고 있는 전국 건설업 노동재해방지대회를 통해 전국적인 안전보건 수준의 향상과 효과적인 안전보건관리 노하우의 공유화를 도모하기 위해 매년 이틀간 전국 건설 산업 안전 보건담당자들이 한자리에 모이는 전국 건설업 노동재해방지대회를 개최하고 있다.

4) 교육훈련

추락사고 예방을 위한 교육훈련으로는 각 나라에서 만든 추락사고 안전기준 및 지침들에 대한 교육 훈련과 더불어 추가적인 교육훈련 노력도 병행하고 있다.영국은 개인보호장구 지침서를 제작하여 근로자들의 교육훈련에 제공하며 활용하고 있다.

VI. 미국 추락사고 우수사례

4.1 미국 추락사고 현황

2007년부터 2018년까지 미국 건설 사망사고 추이를 살펴보면, 2007년 1239건으로 정점이었다 감수추세를 보였으나 글로벌 경기가 회복되기 시작한 2011년 이후 건설 고용자가 증가함에 따라 건설 사망자수는 2011년 781건에 비해 2018도 1038건까지 약33% 증가하였다. 그 중 추락사망사고는 2011년 269건에서 2018년 340건으로 26.4% 증가한 것으로 나타나고 있다.

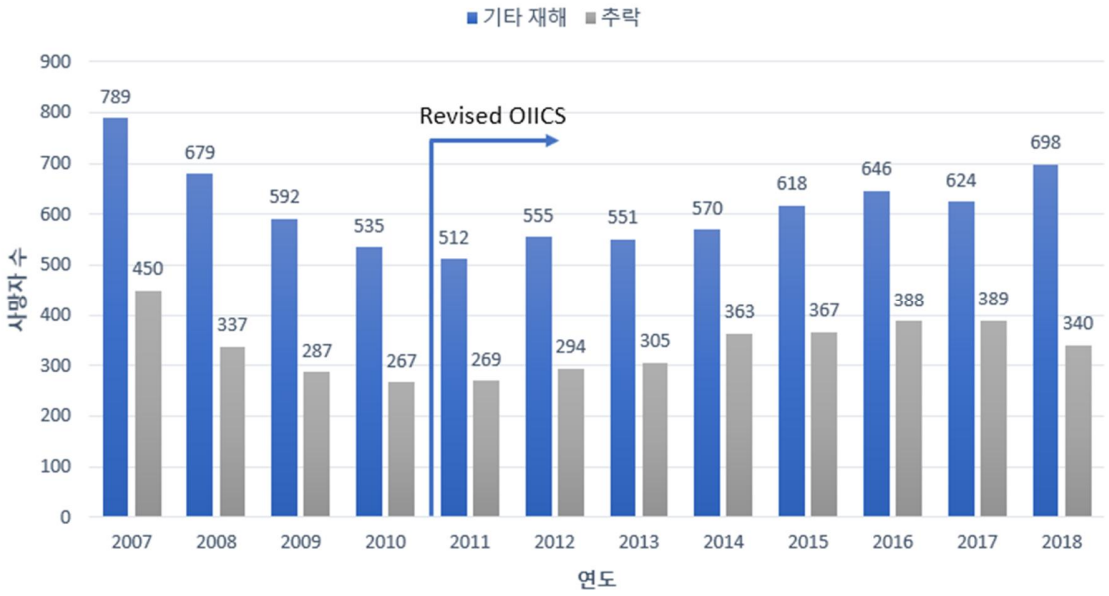


그림 4.1 미국 건설 중 사망사고 추이 (2003-2018)

건설 사망사고의 주요 사고발생 유형으로는 2011년 전체 781건의 사망사고 중 추락사고가 33.8%인 반면, 2018년에는 전체 1038 건 중 32.8%가 추락사고였다.

미국 건설업의 사망자수와 사고사망만인율을 보면 2007년부터 2011년까지 감수하였으나 2016년 3.65로 상승하였다. 하지만 이후부터 감소추세를 보이고 있으며, 2018년에 사망만인율 2.8을 기록하였다.

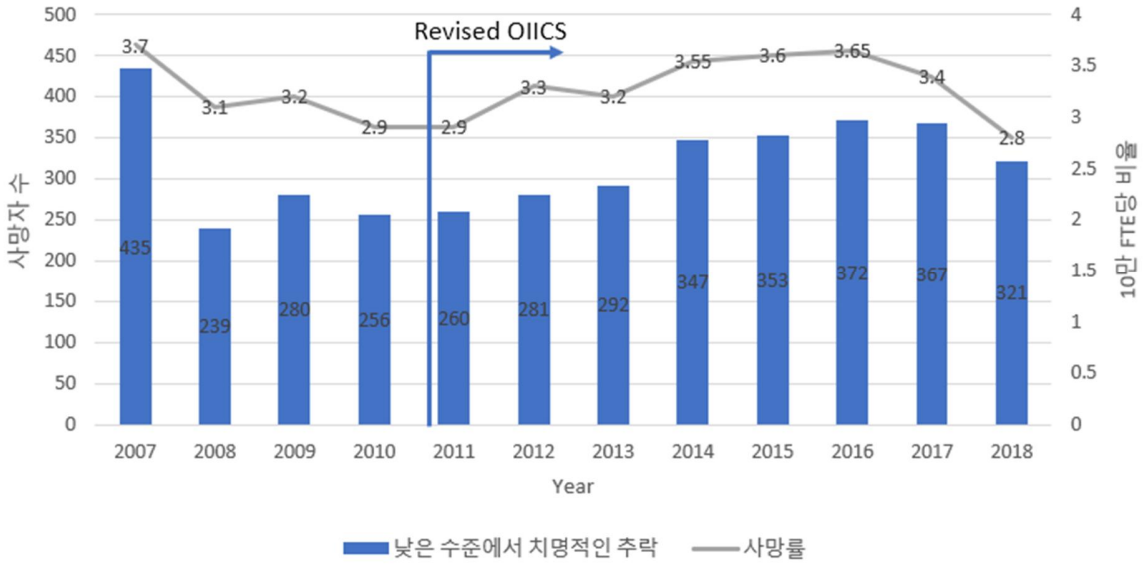


그림 4.2 미국 건설 추락 사망사고수 및 사망만인율 (2007-2018)

추락사고 기인물은 대표적으로 지붕, 사다리, 비계로 나타났다. 지붕에서 떨어져 발생한 사망사고는 2011년에 92건이었으나 2016년도에 124건까지 35% 증가하였다가 2018년에는 8%줄어든 114건이었다. 사다리 관련 사망사고는 2011년에 70건, 2016년도에는 104건까지 48% 증가하였다가 2018년에는 15%로 줄어든 88건이었다. 비계에서 떨어져 발생한 경우는 2011년에는 38건, 2016년도에 58%로 증가하여 60건이었으나 2018년에는 23%로 줄어든 46건이었다.

일반적으로 고용자 수가 증가할수록 재해자 및 사망자수가 증가하는데, 글로벌 경지침체 이후 2011년부터 건설분야의 경기가 호전되면서 고용자수가 증가하여 추락으로 사망자 및 재해자가 다소 증가한 것으로 보여준다. 사망만인율의 추이와 재해천인율의 추이를 비교해 보면, 사망만인율에 비해서는 재해 천인율이 상대적으로 증가폭이 다소 낮은 것으로 나타났다.

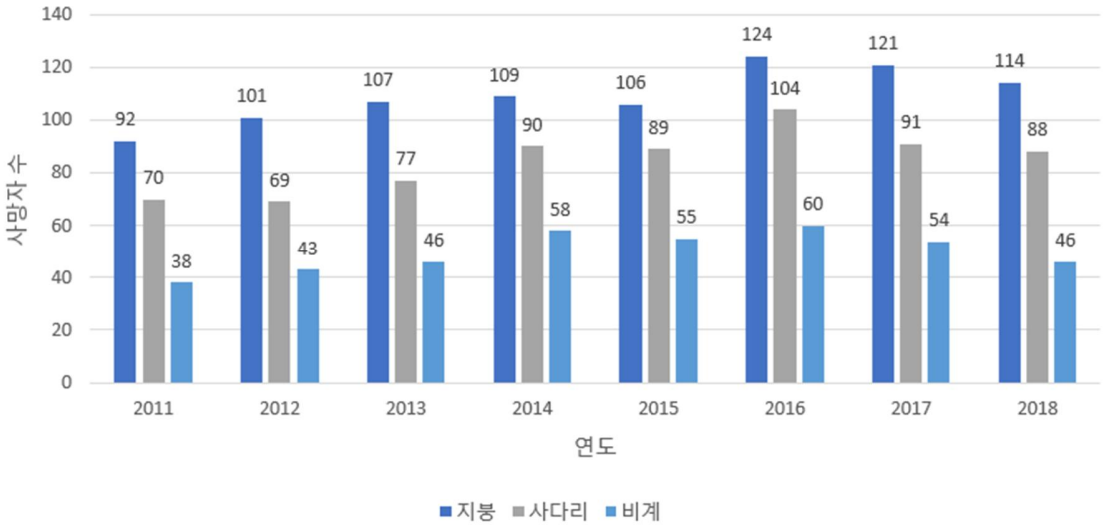


그림 4.3 기인물에 따른 추락 사망자 수의 분포 (2011-2018)

4.2 법령 및 기준 개정

OSHA(Occupational Safety and Health Administration)는 추락사고 예방을 위하여 산업안전규칙 및 기준을 지속적으로 개정하여 고시 및 지침을 통해 제공하고 있다. 추락 예방 관련 주요 연방 고시(Federal Register Notice)로는 <표 1>에서 보는 바와 같이 건설산업 추락방지를 위한 안전표준(1999), 철골공사 안전기준(2001), 개인보호장비에 대한 고용주 지불의무(2002), 보행작업표면 및 개인보호장비 표준 개정(2007), 주택공사 추락 방지를 위한 준수지침(2010)등이 있다.

연도	고시	주요 내용
1999	건설산업의 추락 방지를 위한 안전 표준	기존 추락 방지 규칙조항의 개정을 통해 추락방지를 위해서 개인 추락 방지 시스템 및 가드레일 대신 작업관행을 허용
2001	철골공사 안전기준	호이 스팅 및 리깅, 구조용 강철 어셈블리, 빔 및 기둥 연결, 조이스트 직립, 시스템 엔지니어링 금속 빌딩 적립, 낙하 방지 및 교육에 대한 요구 사항 규정
2002	개인보호장비에 대한 고용주 지불 의무	고용주가 필수 개인보호 장비에 대한 구입 비용을 지불하도록 의무화
2007	보행작업 표면 및 개인보호장비 표준 개정	개인보호장비 지급 의무화 및 추락 방지 장비 없이 사다리 작업을 하는 고용주에 대한 벌금 부과
2010	주택 공사 추락 방지를 위한 준수지침	주택 공사의 추락 방지를 위한 지침 개정

표 4.1 추락 예방 관련 재정고시

추락예방 관련 주요 지침(Directives)은 <표 2>에서 보는 바와 같이 건설공사 비계안전기준 시행을 위한 점검절차(1997), 건설공사의 철골공사 안전기준을 위한 점검정책 및 절차(2002),바닥, 망 및 전단 커넥터와 관련된 시행정책에 대한 설명(2009), 중대위반사업장단속프로그램(2010), 주택공사 안전기준 준수가이드(2010)가 있다.

연도	고시	주요 내용
1999	건설공사 비계안전 기준 시행을 위한 점검절차 지침	건설공사 비계 안전기준이 균등하게 시행하도록 점검절차 수립 및 해설 제공
2002	건설공사의 철골공사 안전기준을 위한 점검정책 및 절차 지침	건설공사 철골공사 안전기준이 균등하게 시행하도록 점검절차 수립 및 해설 제공
2009	바닥, 망 및 전단 커넥터와 관련된 OSHA 시행 정책에 대한 지침	건설공사 철골공사 안전기준에 대한 해설로써 바닥 또는 망, 전단 커넥터에 대한 기준 해설
2010	중대위반사업장 단속 프로그램 지침 (SVEP)	국가중점 프로그램에서 선정된 추락 및 특정 위험에 대해 집중감독
2010	주택공사 안전기준 준수가이드 지침	주택공사 고용주의 안전기준 준수 가이드 지침

표 4.2 추락 예방 관련 주요 지침

4.3 관리 감독 강화

미국은 국가중점프로그램, 지역중점프로그램, 특정현장집중감독, 중대위반산업장단속프로그램과 같이 현장 관리감독을 강화하는 정책 또한 시행하고 있다.

가. 국가중점프로그램 (National Emphasis Program : NEP)

가중점프로그램는 산업안전보건에 대한 조사감독을 수행하는 대표적 프로그램이다. NEP는 추락, 절단, 납중독, 크리스탈 실리카, 조선, 정유, 가연성 분진 등과 같이 특정 위험 요인을 기준으로 조사 감독 대상을 선정한다.

나. 지역중점프로그램 (Local/Regional Emphasis Program : LEP/REP)

지역중점프로그램은(Local/Regional Emphasis Program)는 지역/지방사무소 특별프로그램으로 해당 지역 사업장의 위험과 산업재해 및 질병 발생률에 기초하여 관할 지역 내 근로자의 안전보건을 위협하는 유해위험 요인을 관리하기 위하여 시작되었다. 추락사고 예방과 관련된 지역중점 프로그램은 Region 9 을 제외한 모든 지역에서 추락위험에 대한 광범위한 지역중점프로그램 시행하고 있다.

다. 특정현장집중감독제도 (Site Specific Targeting : SST)

특정현장집중감독제도는 OSHA의 기본 기능 중의 하나인 사업장에 대한 조사감독 프로그램의 하나로써 비건설사업장에 대한 집중감독제도이다. OSHA는 사업장의 재해율을 기준으로 특정 산업에서 평균 재해율보다 높은 사업장을 대상으로 조사를 수행한다. SST 대상 사업장은 건설업이 아닌 사업장 중 40인 이상의 노동자를 고용하고 있는 사업장을 대상으로 하며, 최근 연 평균 2,900여 사업장이 조사 대상이 되고 있다.

라. 고강도단속프로그램 (Enhanced Enforcement Program : EEP)

반복적으로 법을 위반한 사업장을 대상으로 시행되던 고강도 단속 프로그램으로 2003년부터 시행되었으나 노동부 감사국에 의한 감사결과로 2009년 폐지되고 중대위반사업장단속프로그램 (SVEP)로 대체되었다.

마. 중대위반사업장단속프로그램 (Severe Violation Enforcement Program : SVEP)

SVEP 지침은 집중감독프로그램인 EEP(Enhanced Enforcement Program)를 대체하며 2010년 6월 18일 제정되었다.

이 지침은 정책집행에 대해 고의적·반복적으로 순응하지 않고 규정을 위반하여 산업안전보건법 의무에 무관심이 공식적으로 증명된 고용주에게 행·재정적 자원을 집중하는 OSHA 중대위반자 단속 프로그램(SVEP)의 절차를 설명하는 것이다. 이 프로그램시행의 명령은 미국산업안전보건청(OSHA)의 고강도단속프로그램(Enhanced Enforcement Program; EEP)을 대체한다.

중대위반 단속사례의 기준은 다음의 네가지 기준을 적용하고 있으며 사전에 발생한 보고나 사건에 대한 기록을 참조로 중대위반이 악성인지를 판단한다.

사망자 및 중대재해 기준(Fatality/Catastrophe Criterion)

중점 위해위험과 관계된 비사망자/중대재해 기준

(Non-Fatality/Catastrophe Criterion Related to High-Emphasis Hazards)

고도 위해위험화학물질의 잠재적 노출에 의한 비사망자/중대재해 기준

(Non-Fatality/Catastrophe Criterion for Hazards Due to the Potential Release of a Highly Hazardous Chemical (Process Safety Management)).

악성기준(Egregious Criterion)

SVEP에서 정의되는 중점 위해위험성은 국가 중점 프로그램(NEP)에서 정의된 특정적인 여러 가지 기준들에 해당하는 매우 심각한 위반을 의미한다. 따라서 경미한 추락사고는 중대위반자단속 프로그램(SVEP)의 사례로 고려하지 않는다.

추락사고

벽의 틈새나 마루의 틈에 의해서 끼이는 것

산업안전 보장을 위한 조치의 미비

전동사다리와 같은 것의 작동에 의한 추락사고

건물 유지를 위한 전력선의 플랫폼으로부터 추락, 인력 승강기 등과 같은 장치로부터의 추락

건설업, 조선업, 해양 터미널 관련한 사업, 수산해안사업, 연소 관련 산업, 생명관련 산업, 납이나 아연 관련 산업 등의 중대사고

독성 위험 화약물질의 노출이나 발산에 의한 잠재적인 위험

중대위반 사고의 지도단속 시 고려사항으로는 첫째, 동일한 사업주에서 두 번 또는 그 이상의 지도단속을 할 경우와 둘째, 사망자 및 중대재해 기준, 중점 위해위험과 관계된 비사망자/중대재해 기준, 고도의 위해위험 화학물질의 잠재적 노출에 의한 비사망자/중대재해 기준, 악성기준에 해당하는 경우에는 각각 별도의 지도단속활동이 평가된다. 우선 기준에 따라서 해당 작업장의 위해위험성이 해소되는 않았다고 판단된 경우에는 중대위반자단속 프로그램(SVEP)는 상황에 적절한 조치를 해야 한다.

또한, 중대위반사업장단속 프로그램은 중대위반자단속 프로그램(SVEP)에 대한 규정에 따라서 지도단속에 규정이 시행되면 최종적인 명령이 있기 전에 추가적인 지도단속을 반드시 실시해야 한다. 추가적인 지도단속은 앞서 언급된 위반 사례가 점점 줄어들고 있는지 또는 사업주가 이와 유사한 정도의 위반이 계속되는지를 점검하게 될 것이다. 만약에 추가적인 단속이 이루어지기 어려운 경우엔 지역 단속관은 지도단속 프로그램의 감독자에게 매년 왜 추가적인 단속이 불필요한지에 대한 이유를 매월 서면으로 보고해야 한다. 또한 건설사업장의 경우 건설이 최종적으로 이루어지면 이러한 추가적인 점검이나 지도가 불가능하고 또 불필요한 것으로 간주되면 그 사유를 명시해야 한다.

2011년 9월 말 점검 기준 중대위반사업장 총 191건 중 건설업 사업장이 115건으로 60%를 차지하고 40%인 76건이 비 건설업 사업장에서 적발되었다. 건설업 중대위반사업장 115건 중 11%인 13건이 사망사고였다.

각 사례의 주요 내용은 다음과 같다.

	프로그램	내용
1	National Emphasis (NEP)	낙상, 베임, 납중독, 크리스탈실리카, 조선, 정유 등 특정 위험요인에 따라 조사책임자 선정
2	Local/Regional Emphasis Program (LEP/REP)	해당 지역의 사업위험도, 산업재해, 사망율로 계산 근로자의 안전과 건강을 위협하는 유해위험요인은 지역에서 관리하여야 한다.
3	Enhanced Enforcement Program (EEP)	반복적으로 법을 위반한 사업장에 대해 시행령
4	Severe Violation Enforcement Program (SVEP)	다음 네 가지 기준: 사망 및 재난 기준 높은 강조와 관련된 비사망/재난 기준 고위험 화학물질의 잠재적 방출로 인한 위험에 대한 비사망/재앙 기준 심각한 기준

표 4.3 관리 감독 강화 프로그램 주요 내용

4.4 현장 안전관리 지원

미국은 제도적으로 민간부문의 자율적인 안전관리를 지원하기 위하여 자율예방프로그램(VPP), 전략적 동반자프로그램(SPP) 등과 같이 다양한 프로그램을 수행하여 추락 사고를 예방할 수 있도록 노력하고 있다. 또한 현장 안전관리를 지원하기 위하여 안전보건규정준수관재도(CSHO), 다양한 노동력 및 제한적 영어 사용자를 이한 코디네이터를 지원하여 각 종 OSHA 규정과 기준을 원하게 준수할 수 있도록 지원하고 있다.

가. 자율예방프로그램 (Voluntary Protection Program)

VPP(Voluntary Protection Programs)는 산업안전보건법(Occupational Safety and Health Act)에 근거한 현장 중심의 자율적 안전보건관리 프로그램이다. VPP에서는 경영자, 노동자, OSHA 가 상호협력적인 안전보건경영 시스템 정착을 위해 협력한다. VPP는 1979년 캘리포니아 주에서 시범 실시되었으며, 1982 년 OSHA에서 공식적 프로그램으로 도입되었다. 1998년에는 연방정부의 사업장에도 적용이 되었으며, 2006년 건설사업장에도 도입이 되었다. VPP 참여 사업장은 기업의 지원서와 현장 검증을 거쳐 인증을 받게 된다. 인증 수준은 3 단계(Star, Merit, Demonstration)로 되어 있다. 자율안전프로그램(VPP)은 1982년에 시작되어, 참여기업수가 지속적으로 증가하고 있다. 2019년 8월 31일 기준 2113개 기업이 참여하고 있다.

OSHA는 2006년 이후 소규모 및 단기발주 건설현장을 대상으로 새로운 자율안전프로그램(VPP)인 유동적 건설현장 및 근로자 대상 자율안전관리 프로그램을 실시하고 있다.

일반산업의 자율예방프로그램(VPP) 성공사례를 바탕으로 유동적 건설현장의 안전보건을 확보하기 위한 프로그램이다. 건설현장의 특성상 유동성 근로자가 많고, 단기간의 소규모 건설작업이 많아서 근로자의 안전보건관리에 어려움이 발생한다. 고정된 사업장과 마찬가지로 유동적 건설현장 혹은 단기간의 소규모 건설현장에도 자율안전프로그램(VPP) 적용 필요성이 제기되어, 2002년부터 신시내티 주 등에서 건설업의 VPP 적용 가능여부에 대한 시범적용 활동을 실시한 결과 재해관련 비율을

40% 이하로 낮춤으로써 제도 적용에 대한 가능성 및 필요성을 확인하고 2006년 확대 실시하게 되었다.

기존의 VPP는 개별 사업장별로 신청을 받아왔으나 유동적인 건설현장을 대상으로 하는 이 프로그램은 건설현장을 총괄하는 기업, 사업부서 혹은 개별부서가 신청을 하게 된다. 참여하고자 하는 유동적인 건설현장이 있는 기업은 고정 작업현장에서 적용하고 있는 안전보건정책 및 절차와는 다른 내용으로 신청해야 한다. 모든 사업장에 공통적으로 적용될 수 있는 우선점검 및 사후감독 과정 등에 대한 요건을 반드시 충족시켜야 한다.

VPP 준수관련 OSHA의 확인을 받아야 하는 사항으로는 경영층의 안전보건 및 VPP에 대한 실행 사항, ②안전보건경영시스템 정책 및 절차에 대한 검토, ③1개소 이상의 작업현장을 방문하여 회사의 정책 및 절차가 제대로 준수되고 있는지의 여부 확인, ④ 근로자 참여 여부 확인 등이다.

2017년 기준 평균적으로 현장 기반 건설 및 운수업 VPP 참가자는 해당 산업의 재해율(Total Case Incident Rate : TCIR)은 58 %, 중대재해율(Days Away from Work, Restricted Work Activity, or Job Transfer ratae : DART rate)이 73%가 낮은 것으로 나타났다. 이 데이터는 30,000명 이상의 직원을 대표하는 87개의 연방 관할 구역 기반 건설 및 운수업 VPP 참가자로부터 수집되었다.

나. OSHA 전략적 동반자 프로그램 (Strategic Partnership Program)

미국 산업안전보건청(OSHA)은 기존의 규제 위주의 재해예방 정책에서 탈피하여 협력 협정을 통한 사업장의 안전보건 문제해결을 목표로 전략적 협력 프로그램을 시행하였다. 도입 배경은 사업장 증대(약 700만 개소)에 따라 OSHA의 적은 감독 인원(약 1,200명)으로는 법규를 통한 규제에 한계가 있고 사업장과 협력하여 산업재해를 자율적으로 예방하기 위한 전략의 필요성이 대두함에 따라 계획되었다. 2018년 회계연도 기준으로 77개의 파트너쉽이 체결되었고, 참여하는 사업자는 1,170개, 적용받는 근로자 수는 220,901명이 전략적 동반자 프로그램에 혜택을 받고 있다.

중소기업뿐만이 아니라 대기업도 참여가 가능하고, 사업장 단위가 아니라 사업체

단위의 참여도 가능하다. 3년간 프로그램을 실시하고 이에 대한 성공사례 등의 전파 등이 권고된다. 전략적 협력프로그램의 특징은 다음과 같다. 전략적 협력프로그램의 가장 큰 특징은 유연성으로서 협력프로그램 참여기관 및 사업장에서 실제적으로 재해를 예방 할 수 있도록 참여기관 및 사업장 특성에 적합한 산업재해예방 프로그램 실시가 가능하다. OSHA에서 기존에 실시중인 자문프로그램이나 자율안전프로그램(VPP) 등은 각각의 사업장에 국한해서 재해예방이 이루어지지만 전략적 협력프로그램은 다수의 사업장 및 사업주가 운영하는 모든 사업장에 적용 가능하다. 전략적 협력프로그램을 통하여 사업주는 사업장의 유해위험요인을 확인하고 이를 제거할 수 있는 실제적인 기술을 배울 수 있으며 이를 통해 사업장별로 효율적인 안전보건경영 시스템의 구축이 가능하다.

아. 안전보건규정준수관 (Compliance Safety and Health Officers) 제도

안전보건규제준수관은 산업안전보건 조직과 그리고 기업구조가 안전한지를 결정하고, 중대위반사례에 대한 작업장에 지도단속의 결정 시 규제준수의 문제나 사례 쟁점이 존재하는지를 검토하는 임무를 수행한다. 또한 지방 작업장에서 이러한 중대위반사고가 발생이 되는 것이 회사의 태만이나 직무유기의 증표로 발생될 경우, 특히 '조직구조'가 이와 유사한 정도의 중대위반사건을 발생시키게 되는지에 대한 것들을 반드시 조사하게 되어있다.

안전보건규제준수관은 법령위반의 조건 및 환경이라는 것이 기준 및 위해위험 환경과 관련되는 어떠한 해석이나 결정함에 있어서 사업주의 행위결과 때문인 지의 여부, 또는 회사는 이러한 규정된 기준과 조건들을 충족시키기 위한 안전 관련 전문가 고용 여부를 조사한다. 따라서 작업관리자와 보건안전관리자, 그리고 일선 근로자에게 다음과 같은 유형의 질문을 통하여 조사한다.

자. 다양한 노동력 및 제한적 영어 사용자 코디네이터

(Diverse Workforce/Limited English Proficiency Coordinators)

OSHA는 소규모 사업장, 지역노조 등을 포함한 사업장에서 근무하는 다양한 배경을 가지고 있는 근로자, 스페인어 사용자나 영어로 의사소통에 어려움이 있는 비영어

권 근로자를 위해 코디네이터를 지원하고 있다. 코디네이터는 다양한 근로자들을 위한 세미나나 워크샵 등 발표 이벤트들에서 지원이 되고 있다. 또한, 스페인어 사용자, 비영어원 근로자를 위원 교육훈련 및 규정준수지원 자료를 OSHA 웹사이트에서 제공하고 있다. 10개의 OSHA의 지역사무소마다 한명의 코디네이터를 배치하고 있다. 또한, OSHA의 지침 및 규정지원 자료에 대한 일반적인 정보도 제공하고 있다.

각 사례의 주요 내용은 다음과 같다.

	프로그램	내용
1	Voluntary Protection Program (VVP)	2017 년 성공사례를 바탕으로 건설현장의 안전보건을 확보한 VPP 참가자는 재해율 58%, 중대재해율 73% 감소
2	Strategic Partnership Program	사업장의 안전보건 문제 해결을 위한 전략적 파트너십 사업주가 사업장의 위험요인을 점검해야 한다 참가자들은 문제 해결을 위한 실용적인 기술을 배운다
3	Compliance Safety and Health Officers	규정 준수 문제 및 사례 문제가 있는 경우 확인 작업 수행
4	Diverse Workforce/Limitied English Proficiency Coordinators	영어로 의사소통이 어려운 다양한 근로자를 위한 코디네이터 지원 비영어권 근로자를 위해 OSHA 웹사이트에서 교육, 훈련 및 규정 준수 지원 데이터를 제공한다

표 4.4 현장 안전관리 지원 사례 주요 내용

4.5 교육 훈련

추락예방을 위해 제작된 각종 OSHA 기준집과 가이드뿐만 아니라 재해 예방 비디오(v-Tool)을 제작하여 제공하고 매년 추락사고 사망지도(Fatality Map)을 제작하여 일반인들도 미국의 각 지역에서 추락 사고의 대한 정보를 시각화하여 제공하고 있다.

또한 사다리 안전 어플리케이션 개발하여 스마트폰용 안전앱으로 신축 및 이동식 사다리와 관련된 추락 사고를 예방하기 위한 사다리 시각과 음성신호를 제공하고 안전한 사다리를 사용하기 위한 참고자료, 사다리의 산정, 검사, 사용방법에 대한 안전 지침을 제공하고 있다.

가. 재해예방 비디오 (Prevention Videos: v-Tools)

비디오는 효과적인 교육 비디오 자료는 시공 관련 위험을 파악하고, 감소하고 제거하기 위하여 근로자들이 빠르게 어떻게 작업 중에 재해를 당하는지를 보여줄 수 있다. 대부분은 비디오 자료는 2분-4분 길이로 명확하고 간결한 설명을 통해서 일반적인 건설현장 활동을 보여준다. 고용주와 근로자 교육용으로 제작되었다. 재해예방 비디오는 시공 중 추락사고에 대해서 개구부, 채광창, 고정비계, 가장자리, 지붕에 대한 비디오 제작하여 제공하고 있다.

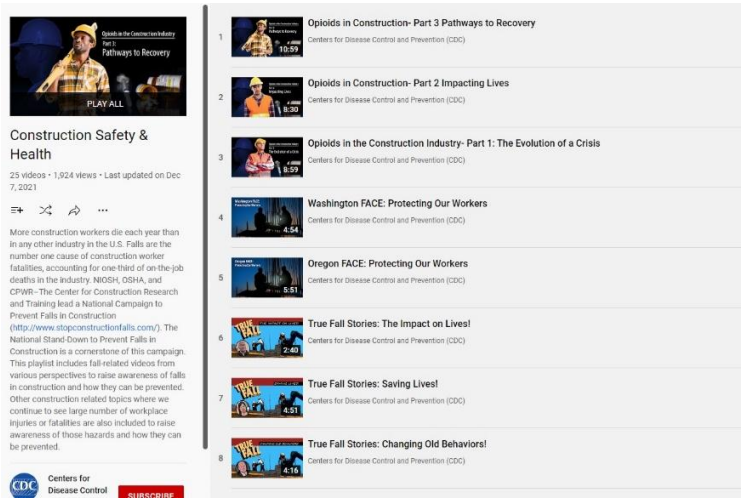


그림 4.4 재해예방 비디오 YouTUBE 채널

나. 추락사망사고 지도 (Fatality Map)

미국 추락사고 예방 캠페인에서는 미국 건설산업에서 발생한 사망사고에 대한 경각심을 높이고 사망재해사례를 효과적으로 전파하기 위하여 미국 노동통계국(Bureau of Labor Statistics, BLS)에서 조사한 연간 건설 사망재해통계를 지도 제작하여 공개하고 있다.

그림 4.5 Fatality map

추락사망사고 지도에서 제공하는 사항은 다음과 같다.

핀 포인트를 클릭하면 사망재해에 대한 정보를 열람할 수 있다

건설업 전체 사망재해와 추락사망재해에 대해서 제공

내용은 재해발생일, 도시명, 주명, 고용주, 고용주 산업분류, 사고설명, 자료출처, 사고조사보고서 링크를 제공하고 있다.

다. NIOSH 사다리 안전 어플리케이션 (NIOSH Ladder safety phone app)

미국 국립산업안전보건연구원에서 2013년 개발한 스마트폰용 안전앱으로 신축식 및 이동식 사다리와 관련된 추락사고를 예방하기 위하여 개발하였다. 앱은 사다리의 거치 시 사다리 각도를 체크하기 위한 시각과 음성신호를 제공하고 안전한 사다리를 사용하기 위한 참고자료와 사다리의 선정, 검사, 부속품, 사용방법에 대한 안전지침을 제공하고 있다. 사다리 안전앱을 개발에 있어서 미국국가표준연구소(ANSI) A14 사다리안전위원회와 미국사다리협회 등 이해관계자가 참여하였다. 2016년까지 총 91,000회 다운로드를 기록하였다.

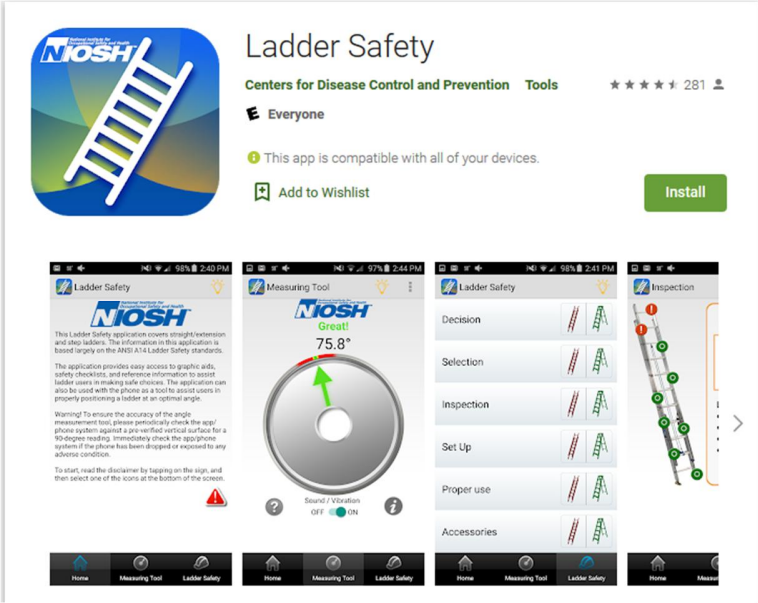


그림 4.6 NIOSH 사다리 안전앱

각 사례의 주요 내용은 다음과 같다.

	프로그램	내용
1	Prevention Videos (V-Tools)[21]	2~4 분 분량의 동영상으로 위험 식별, 감소 및 제거를 위한 명확한 설명
2	Fatality Map[22]	치명적 사고에 대한 정보 접근 건설업 추락으로 인한 모든 사망사례에 제공 제공되는 내용은 재난 발생일, 도시명, 주명, 고용주, 사고 기술, 데이터 출처, 사고 조사 보고서일 것이다
3	NIOSH Ladder Safety App[23]	스마트폰 앱이 포함된 안전가이드는 사다리 관련 낙상사고 예방을 위한 사다리 안전사용 지침을 제공한다

표 4.5 교육훈련 사례의 주요 내용

4.6 국가 추락사고 예방 캠페인

건설노동자가 추락사고로 인해 연간 200명이상 사망하고 10,000명이상 중대부상을 입고 있는 현실에서 2012년부터 OSHA는 미국 국립산업안전보건연구원(National Institute for Occupational Safety and Health : NIOSH), 건설연구훈련센터(The Center for Construction Research and Training)과 국립직업연구의제(National Occupational Research Agenda)의 건설부분이 함께 건설업의 일반적인 추락위험에 대한 작업자와 고용주의 경각심을 고취하고 사다리, 비계 및 지붕에서 발생하는 추락사고를 예방하기 위한 국가차원의 캠페인을 수행하고 있다. 캠페인은 주택건설 시공자들의 지붕, 사다리 및 비계에서의 추락 사망사고를 예방하기 위하여 다음과 같은 목표를 가진다.

안전하게 작업을 수행하기 위해 사전에 계획 (PLAN ahead to get the job done safely)

올바른 장비 제공 (PROVIDE the right equipment).

모든 작업자들이 안전하게 장비를 사용하도록 훈련 (TRAIN everyone to use the equipment safely).

가. National Safety Stand-Down

2019년 현재 6번째를 맞이한 National Safety Stand-Down 이벤트는 국가추락사고예방캠페인 (National Falls Campaign)의 일환으로 건설과정 중 추락위험에 대한 심각성과 중요성을 환기하기 위한 행사이다. “Stand-Down” 용어는 건선현장에서 일상적으로 수행하고 있는 다양한 활동등을 쉬고 전체 현장이 특정 안전이슈에 집중하자는 의미로써 사용되고 있다. 따라서 추락위험에 대한 주의를 고취시키기 위해서 전국에 걸쳐 1주일 동안 일상적인 작업을 내려놓고 추락사고 예방을 위한 캠페인 활동에 전념하는 이벤트이다.

이는 고용주들은 업무를 잠시 쉬면서 근로자들과 추락위험, 예방방법 및 회사의 안전정책, 목적 및 기대효과에 대해서 대화할 수 있는 기회를 제공해준다. 또한, 근로자들에게도 추락사고에 대해서 관리자에게 추락위험에 대해서 이야기할 수 있는 기회이기도 하다.

그림 4.7 National Safety STAND-DOWN

추락사고와 관련된 기업이면 규모에 상관없이 참여가 가능하며 2018년 기준으로 주택건설, 상업시설, 산업설비, 광산업 등 다양한 기업가 참여하였고 개인 참가자 기준으로 2015년과 2016년에는 100만명 이상이 참여하였다. National Stand-Down 이벤트 기간 중 수행할 수 있는 5일 계획을 제공하고 있다.

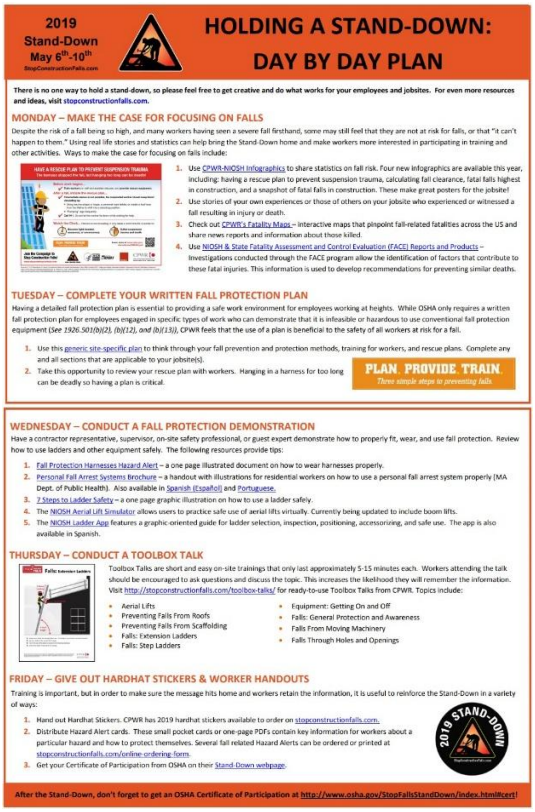
1일차 (월요일) : 추락사고 집중 케이스 선정

2일차 (화요일) : 개인별 추락예방계획 작성

3일차 (수요일) : 추락예방 발표 및 전시

4일차 (목요일) : 단기 현장 훈련 (Toolbox Talk) 시행

5일차 (금요일) : 홍보 스티커 및 유인물 제공 및 교육



2019 Stand-Down May 6th-10th
StopConstructionFalls.com

HOLDING A STAND-DOWN: DAY BY DAY PLAN

There is no one way to hold a stand-down, so please feel free to get creative and do what works for your employees and jobsites. For even more resources and ideas, visit stopconstructionfalls.com.

MONDAY – MAKE THE CASE FOR FOCUSING ON FALLS

Despite the risk of a fall being so high, and many workers having seen a severe fall firsthand, some may still feel that they are not at risk for falls, or that "it can't happen to them." Using real life stories and statistics can help bring the Stand-Down home and make workers more interested in participating in training and other activities. Ways to make the case for focusing on falls include:

1. Use CPWR-NIOSH Infographics to share statistics on fall risk. Four new infographics are available this year, including: having a rescue plan to prevent suspension trauma, calculating fall clearance, fatal falls highest in construction, and a snapshot of fatal falls in construction. These make great posters for the jobsite!
2. Use stories of your own experiences or those of others on your jobsite who experienced or witnessed a fall resulting in injury or death.
3. Check out CPWR's Fatality Maps – interactive maps that pinpoint fall-related fatalities across the US and share news reports and information about those killed.
4. Use NIOSH & State Fatality Assessment and Control Evaluation (FACE) Reports and Products – Investigations conducted through the FACE program allow the identification of factors that contribute to those fatal injuries. This information is used to develop recommendations for preventing similar deaths.

TUESDAY – COMPLETE YOUR WRITTEN FALL PROTECTION PLAN

Having a detailed fall protection plan is essential to providing a safe work environment for employees working at heights. While OSHA only requires a written fall protection plan for employees engaged in specific types of work who can demonstrate that it is infeasible or hazardous to use conventional fall protection equipment (*See 1926.501(b)(2), (b)(12), and (b)(13)*), CPWR feels that the use of a plan is beneficial to the safety of all workers at risk for a fall.

1. Use this generic site-specific plan to think through your fall prevention and protection methods, training for workers, and rescue plans. Complete any and all sections that are applicable to your jobsite(s).
2. Take this opportunity to review your rescue plan with workers. Hanging in a harness for too long can be deadly so having a plan is critical.

PLAN. PROVIDE. TRAIN.
Three simple steps to preventing falls

WEDNESDAY – CONDUCT A FALL PROTECTION DEMONSTRATION

Have a contractor representative, supervisor, on-site safety professional, or guest expert demonstrate how to properly fit, wear, and use fall protection. Review how to use ladders and other equipment safely. The following resources provide tips:

1. Fall Protection Harnesses Hazard Alert – a one page illustrated document on how to wear harnesses properly.
2. Personal Fall Arrest Systems Brochure – a handout with illustrations for residential workers on how to use a personal fall arrest system properly (MA Dept. of Public Health). Also available in Spanish (Español) and Portuguese.
3. 7 Steps to Ladder Safety – a one page graphic illustration on how to use a ladder safely.
4. The NIOSH Aerial Lift Simulator allows users to practice safe use of aerial lifts virtually. Currently being updated to include boom lifts.
5. The NIOSH Ladder App features a graphic-oriented guide for ladder selection, inspection, positioning, accessorizing, and safe use. The app is also available in Spanish.

THURSDAY – CONDUCT A TOOLBOX TALK

Toolbox Talks are short and easy on-site trainings that only last approximately 5-15 minutes each. Workers attending the talk should be encouraged to ask questions and discuss the topic. This increases the likelihood they will remember the information. Visit http://stopconstructionfalls.com/toolbox-talks/ for ready-to-use Toolbox Talks from CPWR. Topics include:

- Aerial Lifts
- Preventing Falls From Roofs
- Preventing Falls From Scaffolding
- Falls: Extension Ladders
- Falls: Step Ladders
- Equipment: Getting On and Off
- Falls: General Protection and Awareness
- Falls From Moving Machinery
- Falls Through Holes and Openings

FRIDAY – GIVE OUT HARDHAT STICKERS & WORKER HANDOUTS

Training is important, but in order to make sure the message hits home and workers retain the information, it is useful to reinforce the Stand-Down in a variety of ways:

1. Hand out Hardhat Stickers. CPWR has 2019 hardhat stickers available to order on stopconstructionfalls.com.
2. Distribute Hazard Alert cards. These small pocket cards or one-page PDFs contain key information for workers about a particular hazard and how to protect themselves. Several fall related Hazard Alerts can be ordered or printed at stopconstructionfalls.com/online-ordering-form.
3. Get your Certificate of Participation from OSHA on their Stand-Down webpage.

After the Stand-Down, don't forget to get an OSHA Certificate of Participation at http://www.osha.gov/StopFallsStandDown/index.html#cert!

그림 4.8 National Stand-down 5 day plan

4.7 사례 분석

미국은 건설업의 추락사고를 예방하기 위해 법령과 프로그램을 통해 지속적으로 노력하고 있다. 이에, 미국의 추락사고 예방기법 관련 사례를 조사하였으며, 1) 법령 및 기준, 2) 관리감독강화, 3) 현장 안전관리 지원, 4) 교육훈련으로 분류하였다.

우선, 법령 및 기준 개정의 경우, 추락사고에 대한 추락방지장치, 안전관리계획, 추락보호장구 등에 대한 기준을 지속적으로 강화하고 있다. 이때, 대부분의 개정사례에서는 추락높이에 대한 명확한 기준을 제시하고 있었다.

관리감독의 경우, 산업의 중대재해와 관련된 기준을 명시하거나 법을 위반한 사업장에 더욱 중대한 재제를 가하는 방식으로 사업을 시행하고 있다.

현장 안전관리 지원을 위해, 자율예방프로그램(VPP), 전략적 동반자 프로그램(SPP) 등을 시행하고 있다. 이를 통해, 민간기업이 안전관리에 관심과 자율적인 활동을 하고 있다. 특히, 다양한 노동력 및 제한적 영어 사용자를 위한 전문가 양성 및 현장배치를 하여, 다양한 언어를 구사하는 노동자에게 명확한 관리 사항을 전달 및 관리를 하고 있었다.

국가 차원의 추락예방 캠페인을 통해, 교육훈련을 위한 추락사고 사망지도를 제작 및 업데이트를 지속적으로 하고 있다. 이 외에도 스마트폰용 어플리케이션을 제작해 사다리 관련 위험을 예방하고 있다.

V. 추락 사고 예방기법 개선방안 제안

미국의 추락사고 예방기법 조사를 통해, 국내에 도입 가능한 예방기법 개선방안을 도출하였다. 본 장에서는 미국의 추락사고 예방기법 조사를 통해 도출한 개선방안을 다음과 같이 제안한다.

5.1 추락사고 높이 기준 정의

국내에서는 추락사고 높이에 대한 기준을 정의하지 않아 (국내에서 추락 높이에 관한 규정은 2011년 7월 6일 산업안전보건기준에 관한 규칙 전부개정 때 제42조(추락의 방지)와 제43조(개구부등의 방호조치)에서 높이 2m 기준이 삭제되었다) 현재 높이보다 더 낮은 위치로 추락하는 경우를 모두 추락사고로 해석할 수 있다. 반면 미국은 추락높이와 관련된 법령을 지속적으로 개정해왔다. 이에, 미국 OSHA에선 추락사고 사망확률 5% 미만을 Reasonable Risk라 표현하고 있으며, 해당 높이를 6ft(1.86m)로 정의하였다.

현재 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 추락 높이 2m에 대한 기준이 혼용되고 있어 규정 준수 시 혼란이 있는 실정이다. 선진외국에서는 추락사고 예방을 위한 구체적인 높이가 제시되어 있으나(미국 1.8m, 일본 2m 등) 국내는 2011년 규칙개정으로 높이(2m)가 삭제되어 위험요인에 대한 관리기준이 불명확해져 있다.

충격력은 F=mgh(m=중량, g=중력가속도, h=높이)로 산정되며, 1993년 European Standards(EN standards)에 따르면 사람이 버틸 수 있는 충격력(Impact forces)을 추락계수가 1(안전대 부착설비가 없을 시)일 때 12KN(약 1,224kg의 충격력)이하로 정의하였다. Table 7과 같이, 작업자가 1.8m에서 추락하더라도 충격력은 자기 체중의 10배 이상이 된다.

구분	내용							
추락높이(m)	08	12	18	27	49	75	110	149
속도 m/s)	34	49	61	73	97	122	146	171
충격력 (kg)	182	726	1,090	1,634	2,906	4,540	6,356	8,898
경과시간(s)	0.25	0.50	0.61	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75

표 4.6 높이별 추락 속도와 충격력과의 관계

국내의 2018년 건설근로자 종합생활 실태조사에 따르면 건설업 근로자 평균 연령 48.2세이고, 2015년 7차 한국인인체치수조사 사업에 따르면 평균 우리나라의 40대와 50대의 평균 몸무게는 62.7kg이다. 이에 체중을 60kg로 가정하여 높이를 산출해 보면 h=12KN/(60(kg)×10(g))이므로 높이는 2.04m가 산출된다. 또한, 미국의 경우, 6피트 (1.8m) 이상에서 대부분의 추락사고 사망자가 발생하기 때문에 추락높이를 6ft로 제안하고 있다.

따라서, 본 연구에서는 '산업안전보건기준에 관한 규칙'에서 추락높이 기준에 대한 통일성을 높이고 보다 합리적인 기준 준수가 이뤄질 수 있도록 추락사고 높이 기준을 2.0m 이상인 장소로 개정(안)을 제안한다.

5.2 능동형 추락방지 시스템 도입

건설현장에서 안전난간과 같은 수동형 추락 방지 시스템(Passive Fall Protection Systems)은 경우에 따라 작업이 진행되는 시점에 설치가 어렵고, 작업이 완료된 후에 설치될 수 있어 추락 예방에 효과적이지 못할 수 있다. 이러한 한계를 극복하기 위하여 작업이 이루어지는 시점에 행하여지는 능동형 추락 방지 시스템(Active Fall Protection Systems)이 필요하게 된다. 대표적인 예로 안전대 및 안전대 부착설비를 활용하여 근로자의 활동 반경을 제한하는 활동 제한 시스템(Travel Restrains Systems)과 추락의 높이를 제한하여 근로자를 보호하는 추락 정지 시스템(Fall Arrest Systems)이 있다. 국내에서는 '능동형 추락 방지 시스템'의 호칭이 '안전대 부착설비'라는 명칭으로 사용되고 있으며, 해외에서는 '추락의 발생여부'를 기준으로 근본적으로 추락이 발생하지 않도록 설치하는 안전대 부착설비를 활동 제한 시스템(Travel Restrains systems)이라 칭하고, 추락이 발생하였을 때 근로자의 추락이 일정 거리 내에서 정지하도록 설치하는 안전대 부착설비를 추락 정지 시스템(Fall Arrest Systems)으로 명하여 구분하고 있다.

규정명	제정국가
CSA Z259.16, "Design of Active Fall Protection Systems"	캐나다
ANSI Z359.6, "Specifications And Design Requirements For Active Fall Protection Systems"	미국
SS 607, "Specifications for Design of Active Fall Protection Systems"	싱가포르

표 4.7 전세계 능동형 추락 방호 시스템 표준

미국에서는 능동형 추락방지시스템 표준을 법과 제도로 운영하고 있다. 근로자의 안전대와 안전고리 등 안전장비를 통해 활동영역을 제한하여 추락위험지점으로 접근을 차단하거나, 추락방지시스템으로 추락사고 발생을 방지하고 있다.

능동형 추락방지 시스템 도입에 앞서, 전문가들의 문제점인 작업능률 저하와 근로자의 인식을 지적하였다. 이에 따라, 근로자들에게 적응기간을 제공하기 위해 활동이 비교적 자유로운 추락방지시스템을 중점으로 선도입해야 한다. 적응기간을 통해, 근로자의 안전에 대한 인식개선과 활동 제한에 대한 거부감을 감소시킨다면 효과적인 능동형 추락방지 시스템 도입이 가능할 것으로 사료된다.

5.3 추락사고사망 지도 도입

국내에서는 산업안전보건공단의 웹사이트를 통해 추락사고의 재해개요, 재해발생 원인, 재해방지대책 등에 대한 정보를 제공하고 있다. 미국의 경우, 미국 노동통계국(Bureau of Labor Statistics, BLS)에서 제공하는 추락사고 재해통계데이터를 지도에 접목시켜 국가추락예방캠페인에 활용하고 있다.

지도의 핀 포인트를 클릭 시, 해당 위치의 재해발생일, 위치, 고용주, 산업, 자료출처 등 양질의 정보를 제공하여 추락사고 사망사고에 대한 경각심 및 안전의식을 고취시키고 있다.

다만, 전문가들은 교육훈련 등에 활용할 수 있는 수준의 추락사망사고지도를 도입하기 위해서는 추락사고 정보를 수집 및 가공하는 집단의 노력이 필요성을 제기하였다.

따라서, 다양한 추락사망사고 정보를 갖춘 추락사망사고 지도 도입한다면 근로자들의 추락사고에 대한 안전의식 및 경각심을 고취시킬 수 있다. 또한, 교육훈련 등 다양한 안전활동에도 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

5.4 외국인 근로자 지원 안전전문인력 확충

미국의 경우, 지역노조 및 소규모 건설현장을 포함한 현장에서 영어로 의사소통이 제한된 외국인 근로자에게 안전전문인력을 배치하여 교육훈련, 법령기준, 작업의 위험사항 등의 정보를 제공하고 있다. 이러한 방식의 정보제공은 외국인 근로자의 이해력을 향상시켜 재해예방에 효과적이다.

국내의 외국인 근로자가 증가함에 따라, 재해발생도 함께 증가하고 있다. 이때, 외국인 근로자를 대상으로 한 안전전문인력을 양성 및 확보한다면 원활한 의사소통이 가능하게 된다. 전문가들은 이를 통해 추락발생 위험에 대한 교육과 추락사고 예방대책을 사전에 고지하면 추락사고 발생을 예방하는데 효과적일 것이라 판단하고 있다.

도입에 앞서, 관련 법령 및 제도에 대한 정비와 외국인 근로자의 비율과 필요한 언어범위에 대한 조사가 필요하다. 또한, 안전전문인력의 외국인 근로자 관리범위의 기준을 정립이 이뤄진다면 외국인 근로자 대상의 추락사고 예방에 효율적인 프로그램이 될 것이라 사료된다.

VI. 결론

추락사고의 특성상 신체의 머리부분에 상해를 입기 때문에 재해발생시 근로자의 생명과 직결되는 재해유형이다. 하지만 건설업 근로자들은 추락사고 발생위험이 높은 고도작업이 필요불가결적이다. 이에, 미국은 추락사고 발생 저감을 위해 법령 및 제도, 프로그램 등 다양한 추락예방기법을 활용하여, 추락사고 발생 위험을 제거하기 위해 노력해왔다.

본 연구에서는 국내 추락사고 예방기법의 개선방안을 제안하기 위하여 미국의 우수한 추락사고 예방기법 사례를 조사하였다. 이후, 전문가 의견조사를 통해 개선방안 도입 시 발생 되는 효과와 문제점을 발견하고. 이를 고려한 개선방안을 제시하는 것을 목표로 하였다. 본 연구를 통해 도출한 결과를 다음과 같이 정리하였다.

1) 미국은 2011년 노동자 증가에 따라 추락사고가 증가 후, 다시 감소세를 나타내고 있다. 추락사고 사망만인율은 최고 3.65에서 2.8까지 감소하였으며, 가장 추락사고율이 높은 기인물은 지붕으로 나타났다.

2) 미국은 추락사고 발생을 감소시키기 위해 다양한 추락사고 예방기법을 활용하고 있다. 미국 추락사고 예방기법 사례를 조사한 결과, 법령 및 기준 개정, 관리감독 강화, 현장 안전관리 지원, 교육훈련으로 구분할 수 있었다. 분류된 예방기법을 분석하여 국내 실정을 고려하여 적용 가능한 추락사고 예방기법을 선정하였다.

3) 선정된 추락사고 예방기법을 미국 법령의 국내 적용 가능성, 개선 실효성, 적용 시 문제점 세 가지 기준으로 전문가 의견조사하였다. 조사결과를 정리하면 다음과 같다.

국내의 법령 추락사고 높이 개선의 경우, 명확한 추락기준 제시를 통해 법적 통일성과 준수율에 긍정적인 영향을 줄 것이라 평가하였다.

능동형 추락방지 시스템은 효과는 있을 것이나, 근로자의 거부감과 작업능률저하의 우려가 지적되었다.

추락사망사고 지도의 경우, 근로자 경각심 고취에 효과적일 것으로 보았으나 이를 위해선 재해원인, 위치, 대책 등의 정보를 제공해야 한다고 평가했다.

외국인 근로자 지원 안전전문인력의 경우, 원활한 의사소통으로 외국인 근로자의 안전준수가 이뤄질 것이나 언어의 범위, 전문인력을 위한 지원 및 관리범위 기준 등의 정립이 필요하다고 평가하였다.

4) 본 연구에서는 미국의 추락사고 예방기법 사례를 종합하여 국내 추락사고 예방기법 개선방안을 (1) 추락사고 높이 기준 정의, (2) 능동형 추락방지 시스템 도입, (3) 추락사고사망지도 도입, (4) 외국인 근로자 지원 안전전문인력 확충으로 제안한다.

향후, 본 연구의 결과는 법령 및 제도 개선, 추락사고 예방 사업 추진, 추락사고 예방기법 개발을 위한 기초자료로 활용될 것이다.

참고 문헌

1. Park ZS, Shim UJ, Kim WS, Ahn YS.(2011). A study of result that safety management impacts on cost of construction in the site operation. The journal of the Regional Association of the Architecture Institute of Korea. 13(4): pp289-296

2. Lee KH, Park HC, Sim MY, Cho SH. (2009). A Study to improve the safe-activities and the awareness of the Industrial Safety & Health law in small business worker.(Focused on the Gwangju industrial complex). Proceedings of the Safety Management and Science Conference. Korea Safety Management and Science: pp79-91.

3. Park PS. (1996). Three year plan for industrial safety advancement. Journal of the Korea Construction Safety Engineering Association. 20(1): pp8-23.

4. Kim YS. (2019). A Study on the evaluation of 4th occupational accident prevention plan. Ulsan, Korea. Occupational Safety and Health Agency. p175.

5. Ministry of Employment and Labor[Internet]. Ulsan: Ministry of Employment and Labor. 2019 - [cited 2020 Oct 20]. Available from: http://www.kosha.or.kr/kosha/index.do

6. A Private Sector Cooperation Program to Prevent Accidents at Small-scale Construction Sites. Korean Occupational Safety and Health Agency; 2013. p197

7. Paik SW, Kim HJ, Choi DH.(2012). A Study of Decreasing Critical Disaterous Accidents in Small Construction Sites. Journal of The Korean Society of Agricultural Engineers. 54(6):pp121-131.

https://doi.org/10.5389/KSAE.2012.54.6.121

8. Kim DS, Shin YS.(2019). A Study on the Risk Factors according to the Frequency of Falling Accidents in Construction Sites. Journal of the Korea Institute of Building Construction. 19(2):pp185-192.

https://doi.org/10.5345/JKIBC.2019.19.2.185

9. Jo JH.(2012) A study on the Causes Analysis and Preventive Measures by Disaster types in Construction Fields. Journal of the Korea Safety Management and Science. 14(1):pp7-13.

https://doi.org/10.12812/ksms.2012.14.1.007

10. Hong SM, Kim BC, Kwon TW, Kim JH, Kim JJ.(2016). A Study on Prevention

of Construction Opening Fall Accidents Indtroducing Image Processing. Journal of KIBIM. 6(2):pp39-46

https://doi.org/10.13161/kibim.2016.6.2.039

11. Lee CH, Kim KH, Kim JW, Choi SB.(2017). Construction Site Safety Management System Using Zigbee Communication. Journal of the Institute of Electronics and Information Engineers. 54(3):pp39-51.

https://doi.org/10.5573/ieie.2017.54.3.39

12. Kim EJ, Ahn HS.(2010). A Study on the Reduction Plan of Construction Falling Accidents Using Influence Network. The Regional Association of Architectural Institute of Korea. 12(3):pp317-324

13. Ryu H.(2019). Falling Accidents Analysis in Construction Sites by Using Topic Modeling. Journal of the Korea Convergence Society. 10(7):pp175-182

https://doi.org/10.15207/JKCS.2019.10.7.175

14. Kim MS.(2014). A study on the Current Status and Improvement Strategies of Occupational Accidents and Compensations : Focusing on Overseas Construction Workers. Korea University Labor Education & Research Institute. pp97-132.

15. Chi CF, Chang TC, Ting HI.(2005). Accident Patterns and Prevention Measures for Fatal Occupational Falls in the Construction Industry. Apllied Ergonomics. 36(4):pp391-400

https://doi.org/10.1016/j.apergo.2004.09.011

16. Masoud G, Behzad E.(2019). Applications and Requirements of Unnamed Aerial Systems (UASs) for Construction Safety. Safety Science. 118:pp230-240

https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.05.015

17. Amotz P, Rafael S, Ronen B. Hazard Recognition and Risk Perception in Construction. Safety Science. 2014 Apr; 64:22-31

https://doi.org/10.1016/j.ssci.2013.11.019

18. Tsai MK.(2014). Automatically Determining Accidental Falls in Field Surveying: A Case Study of Integrating Accelerometer Determination and Image Recognition. Safety Science. 66:pp19-26

https://doi.org/10.1016/j.ssci.2014.01.012

19. Samantha B, Raina D.B, Xuiwen SD.(2020). "New trends of Fatal Falls in

the Construction Industry”, Data Bulletin (speciel issue), pp1-6

20. Washington State Legislature[Internet]. Washington DC: Washington State Legislature. 1996 - [cited 2020 Oct 20]. Available from:https://leg.wa.gov/

21. Occupational Safety and Health Administration[Internet]. Washington DC: United States Department of Labor. 2019 - [cited 2020 Oct 20]. Available from: https://www.osha.gov/

22. The Center for Construction Research and Training[Internet]. Georgia Avenue: The Center for Construction Research and Training. 2019 - [cited 2020 Oct 20]. Available from: https://stopconstructionfalls.com/

23. National Institute for Occupational Safety and Health(NIOSH)[Internet]. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention. 2019 - [cited 2020 oct 20]. Available from: https://www.cdc.gov/niosh/

24. Occupational Safety and Health Administration.Fall Protection in Construction. Washington, DC(USA): U.S. Department of Labor; 2015. 42 p.

25. Justin CM. Analysis of Anchors and Bracing Configurations with Personal Fall Arrest Systems in Residential Construction[master s thesis]. [Blacksburg(VA)]: Virginia Polytechnic Institute and State University; 2013. 96 p.

26. Park KJ, Kim YK. Effects of Nursing Practice Manual on Nursing Performance of Newly Graduated Nurses. Journal of Korean Clinical Nursing Research. 2011 Dec;17(3):297-306.

27. Garrett JW, Teizer J.(2009). Human Factors Analysis Classification System Relating to Human Error Awareness Taxonomy in Construction Safety. Journal of Construction Engineering and Management. 135(8):pp754-763. https://doi.org/10.1061/ASCECO.1943-7862.0000034

28. Shin SS, Bae YB, Ha HB, Kang, KS.(2015). Disaster Analysis and Risk Assessment Studies of the Foreign Worker Construction Site. Journal of the Korea Safety Management and Science. 17(2):pp35-45. http://dx.doi.org/10.12812/ksms.2015.17.2.35

29. Sim HH, Kang KS.(2017). A Study on the Death Accident Analysis of Ladder and Prevention Measures for Fall Accidents. Journal of the Korea Safety Management and Science. 19(4):pp95-104. http://dx.doi.org/10.12812/ksms.2017.19.4.95

Abstract

In this study, after analyzing the US system related to fall accidents, and analyzing the policies and projects implemented to prevent fall accidents, a study was conducted to suggest directions for improvement of related laws and policies in Korea.

For this purpose, related literature for the prevention of fall accidents at home and abroad for the past 10 years (2009-2018) was collected and analyzed. However, most of the preceding studies or cases only suggested a direct and one-dimensional solution to the cause. Looking at domestic and foreign literature, fall accidents often occur due to complex causes, insecure conditions of primary facilities and equipment, and negligence at the site. However, a detailed analysis reveals that complex causes such as fatigue, workload, and mental health deterioration are at work due to workers' lack of safety awareness and excessive work. In order to reduce fall accidents through this, research should be conducted in various fields rather than providing a solution centered on one part, and it is necessary to establish a safety culture through education and training and campaign activities in consideration of the field situation. In order to solve this problem, fundamental safety awareness of workers should be raised through the expansion of support measures, and institutional solutions should also be supported. Furthermore, research on smart safety management techniques is being actively conducted in the government and academia along with the development of the 4th industry. If smart safety technology (UAV and image recognition technology) and application development (VR, AR) are combined in the future construction industry, it is expected to increase the efficiency in the prevention and management of fall accidents and bring about the effect of reducing fatal accidents.

In addition, by using the industrial accident status and analysis data and industrial accident statistics from 2010 to 2018 of the Occupational Safety and Health Agency, the status of fall accidents compared to the total construction industry accidents, the status of fall accidents by type of cause, and major accident causes were analyzed. As a result of the analysis, it was found that the accident rate and death rate in the construction industry are continuously increasing. As of 2017, fall accidents accounted for 33.6% of all accidents in the construction industry and 47.7% of deaths. As a result of examining the status of fall accidents by cause, the highest fall accident rate was ladders at 26.9% of the total, followed by scaffolding (17.7%), work platforms (13.2%), buildings, structures and surfaces (11.9%), roof beams (4.8%), ends (3%), and openings (2.5%) were followed. In particular, the highest cause of fall accidents from openings, work platforms, scaffolding, ladders, and roofs, which are the five major causes of fall accidents, was the negligence of workers, followed by inexperienced installation and slipping.

Next, the US safety management system and system were reviewed, and laws were analyzed. The Act constituted detailed items according to the characteristics of each character and derived items applicable to Korea. As a result, it was found that studies and guidelines on the standard for the fall height, the height standard for the safety handrail upper handrail, and the horizontal safety belt attachment facility were needed.

In addition, in this study, policies and projects carried out in the United States for the prevention of fall accidents were investigated and comparatively analyzed. Among the cases of prevention techniques derived from the analysis of previous studies, the cases of policies and project-related fall accident prevention techniques being implemented are largely divided into ① system improvement and reinforcement of management

supervision, ② on-site prevention techniques, ③ public relations and campaign activities, 4) education and training. They were separately investigated and analyzed.

In conclusion, in this study, three major fall accident prevention techniques (① active fall prevention system, ② fall fatal accident guidance, and ③ expansion of safety experts to support foreign workers) were proposed for domestic application.

Although the government is currently implementing various fall-related safety policies and activities, the fall fatality rate in 2009 (0.91‰) and 2017 fall fatality rate (0.91‰) are almost the same, so measures are urgently needed. the current situation. Therefore, it is expected that it will be possible to reduce fall accidents in the domestic construction industry by improving relevant laws and policies suitable for domestic conditions based on the cases of fall accident prevention techniques in major advanced countries investigated and analyzed in this study.

감사의 글

울산대학교에서 5년 동안의 공부를 마치고 사회에 진출하게 되었습니다. 그 동안 저를 응원해 주시고, 도움을 주신 모든 분들께 이 글을 바칩니다.

처음 대한민국에 유학 왔을 때 한국어를 가르쳐 주신 울산대학교 국제관의 한국어 선생님들께 감사드립니다.

울산대학교 건축공학과에 편입학 했을 때 저희 진로에 대해서 도움을 주신 김이두 교수님께 감사드립니다. 그 무엇 보다 저를 응원해 주시고, 아껴 주시고, 도움을 주신 손기영 교수님께 정말 감사드립니다. 교수님의 지원과 지도를 통해 석사 과정을 무사히 마쳤습니다. 또한, 울산대학교 건축공학과의 모든 교수님 분들께 감사드립니다.

그리고 한국 말과 한국 문화를 모를 때 가르치고, 도움을 주신 선배님들과 후배들, 또 동급생들께 정말 감사합니다.

울산에서 5년 넘게 공부를 했을 때 저랑 친구 먹었던 모든 몽골 친구들, 동생들, 형님들께 감사합니다. 특히 우리 무거동 친구들!!! 당신들 있었기에 저희 생활 항상 재미있었습니다.

대한민국으로 유학 간다고 결정했을 때 변함없는 마음으로 믿어 주시고 지지해 주신 가족에게 감사의 마음을 드립니다. 언제든지 마음의 문을 여러 주신 저희 엄마, 아빠, 하나뿐인 동생에게 감사드립니다. 보답할 수 있도록 최선을 다 하겠습니다.

누구보다도 제 여자친구 바이갈리님!!! 정말 감사합니다. 당신 제 곁에 있었기 덕분에 모든 것을 어렵지 않았습니다. 행복합니다.

이 이외에 제가 미처 적지 못한 분이 많이 있습니다. 모두의 이름을 새기지 못한 점에 대해 정말 죄송스럽게 생각합니다. 대신 다음과 같은 감사의 글을 드리며 이 글을 마치고자 합니다.

“저를 응원해주시고 믿어주셔서 진심으로 감사합니다”

2022년 8월

건설관리연구실에서

바트바가나.